

Olika röjningsprogramms effekter på kvalitets och diameterutveckling i Bokskog



Hampus Plantman

Handledare: PM Ekö, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap
Ulf Johansson, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 240

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2015



Olika röjningsprogramms effekter på kvalitets och diameterutveckling i Bokskog



Hampus Plantman

Handledare: PM Ekö, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Ulf Johansson, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Examinator: Eric Agestam, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 240

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2015

Examensarbete i Skogshushållning, ingående i Jägmästarprogrammet SY001,
SLU kurskod EX0766, 30 hp, Avancerad nivå A2E

Förord

Det här examensarbetet är utfört på institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Sveriges lantbruks universitet i Alnarp. Arbetet utfördes på uppdrag av SLU och omfattar 30 högskolepoäng vilket motsvarar 20 veckors heltidsstudier.

Till hjälp för mig för att kunna slutföra mitt examensarbete har varit:

P-M Ekö, som varit min handledare och som hjälpt mig granska rapporten och analysera mitt resultat.

Ulf Johansson, som varit min biträdande handledare och hjälpt till med data om försöket och kommit med nya infallsvinklar.

Drivabolagen AB, som upplåtit en kontorsplats där jag kunnat arbeta med uppsatsen i ett bra klimat.

Osby april 2015

Hampus Plantman

Sammanfattning

Boken är Sveriges näst viktigaste ädellövträd och ett utpräglat sekundärt trädslag som trivs bäst i sluttningar med god bonitet. För att uppnå en god virkesproduktion med en tillfredställande kvalitet har boken relativt höga ståndortskrav.

Av boktimmer görs det huvudsakligen fanér, möbler och finsnickerier. Virket som inte håller timmerkvalitet blir till massa och brännved.

Idag är priserna på boktimmer i en svacka och skillnaderna mellan sortimenten är historiskt låga men för att bokskogsskötseln överhuvudtaget skall bli lönsam krävs det att skillnaderna i pris kommer öka över tid.

Den vanligaste metoden när bokskogen skall föryngras är naturlig föryngring, då fröträd ställs ut i samband med oftast flera ljushuggningar. För att boken skall utvecklas till en rak och kvistfri stam är det ett krav att den trängs med andra stammar. I slutet av föryngringsfasen kan en föryngring innehålla $>10\,000$ stammar ha^{-1} , därför är röjningen ett krav för en lyckad skogsskötsel. För att bibehålla en hög kvalitet men samtidigt en tillfredställande virkesproduktion är skötselengreppen relativt svaga och har ett kortare intervall än trädslag som björk eller asp. Med anledning av de höga stamantalen och den intensiva skötseln i ungdomsfasen är röjningsskedet en kostsam post under omloppstiden.

Den aktuella studiens mål är att undersöka hur bokbeståndets utsedda huvudstammar utvecklas med avseende på volym och kvalitet när olika röjningsprogram används. Studien är baserad på fältinventering av ett röjningsförsök anlagt år 1997 av Ulf Johansson, P-M Ekö och Nils Pettersson. Försöket inkluderar fem olika röjningsmetoder upprepade på tre lokaler: Trolleholms gods, Bjersgårds gods och Tönnersjöhedens försökspark. Röjningsmetoderna som användes var: traditionell bokskogsröjning liknande den som används i dagens bokskogsskötsel, en tidig röjning till produktionsförband (1400 stam ha^{-1}), en senare röjning till produktionsförband, en röjningsmetod där stammar som konkurrerade med huvudstammarna toppkapades vid ca fyra meters höjd och en yta lämnades orörd. Alla röjningsprogrammen startade med en tidig röjning då beståndsmedelhöjden var ca fyra meter där oönskade trädslag och vargträd röjdes bort.

De största skillnaderna mellan röjningsprogrammen syntes i hur beståndens stamfördelning såg ut när röjningsfasen var avslutad. De största skillnaderna fanns i diameterklasserna <10 cm Dbh och klassades främst som skillnader i underbeståndet. Metoderna som röjdes till ett produktionsförband saknade helt underbestånd medan den toppkapade metoden hade delar av sitt underbestånd intakt. Volymproduktionen visade inga tendenser att förändras med röjningsprogrammets styrka.

Skillnaderna i diameter och dimension är beroende av vilka träd som röjts bort och medeldiametern tenderar inte att förändras annat än efter hur stamfördelningen i beståndet ser ut.

Då huvudsyftet med studien var att undersöka hur röjningsprogrammet påverkar den sammanvägda kvaliteten blev resultatet att behandlingen som toppkapades gav en signifikant större andel huvudstammar vilka höll en lägre kvalitet än övriga testade behandlingar.

Då studien endast tittar på de sex första metrarna och endast på utvalda huvudstammar krävs vidareutveckling av studien för att den skall fungera som underlag i praktiskt skogsbruk.

Nyckelord: Röjning, *Fagus sylvatica*, Kvalitet, Volymutveckling, Bokskog

Abstract

The European beeches are the second most important tree species amongst the noble broadleaf species in Sweden. The European beech is shadow tolerant species which grows best in slopes with a high site index. To produce a high amount of timber with a satisfying quality the European beech are a quite demanding species that prefers soil that are calcareous.

From the high quality beech timber mostly veneer, furniture and details are made. Timber of to poor quality becomes pulpwood and chips. The prices of beech wood are very different, comparing the high and low quality assortments. Currently the difference between the prices of timber and pulpwood are low due to a lack of usage for the high quality timber. If beech management ever should be profitable there have to be a vision for the prices between the timber assortments and the pulpwood have to be much more different than today.

The most common method to regenerate beech forests are through natural regeneration with shelter trees. If the beech should be able to develop a straight and branch free stem, it is necessary that the stand keeps dense so the trees strives upwards and don't grow by the width. In the end of a successful natural regeneration there can be $>10\,000$ stems ha^{-1} , therefore the beech stands has to be pre-commercial thinned to get a reasonable amount of stems to the commercial thinning phase. To maintain a high quality but still be able to get larger trunks the measurements in beech forestry should be relatively weak and have a shorter interval than birch or aspen for example. The pre-commercial thinning are therefore a major cost during the rotation.

The target of this study is to examine how the chosen future stems develops, regarding quality and volume growth when different pre-commercial thinning methods are used. This study is based on field inventory of a pre-commercial thinning trial founded 1997, by Ulf Johansson, P-M Ekö and Nils Pettersson. The trial includes five different methods of pre-commercial thinnings repeated three times in different locals, the estates of Trolleholm and Bjersgård as well as the experimental park of Tönnersjöheden. The pre-commercial thinnings methods that were tested was the traditional way of pre-commercial in Swedish forestry, one early PCT to a density of ca 1400 stems ha^{-1} , one method was a bit later lowered to 1400 stems ha^{-1} , One method where the stems competing with the future stems was cut at a height of ca four meters, and one method worked as a control. All of the methods started with an early PCT when the stand reached a mean height of ca four meters, only the unwanted tree species and the wolf trees were cut in this PCT.

The largest differences between the methods where shown in the diameter distribution of the stems. The main difference in the diameter classes are found in the <10 cm Dbh, these classes were classified as an under storage of the real stand. The methods that were thinned to 1400 stems ha^{-1} lacked the under storage, the rest of the methods had it more or less intact.

The volume production did not show any significant signs of being affected by the strength of the PCT. The main purpose of the study was to examine if the quality were changed and the results that are shown are that the method that were cut at four meters had a significant lower quality than the other methods. The study focus only on the future stems and the lowest six meters of their trunk. To be able to use this study in practical forestry further studies are needed to get supplementary data.

Keywords: Pre-commercial thinning, European beech, Quality development, Volume production, stand development

Innehållsförteckning

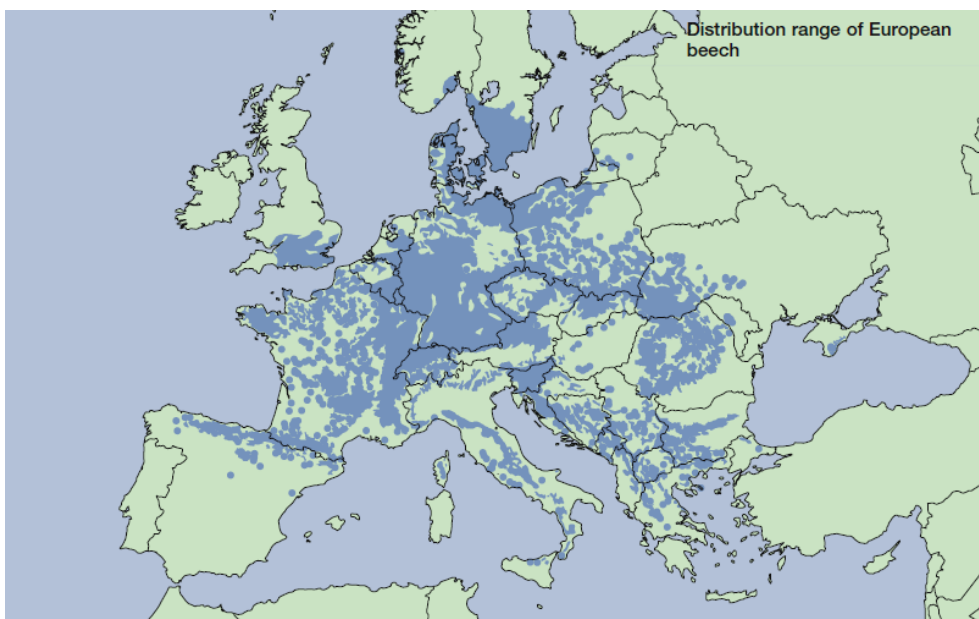
Bakgrund	9
Allmänt om bok	9
Bokskogsskötselns målsättning	10
Bokskogsskötseln idag	12
Röjning i Bokskogen.....	14
Tidigare forskning	16
Det studerade försöket.....	17
Syfte och mål med studien	17
Material och Metod	18
Allmänt om försöket.....	18
Studien.....	19
Val av huvudstammar.....	20
Mätningar	20
Bedömningar	20
Beräkningar.....	23
Resultat.....	24
Stamfördelning	24
Huvudstammar	26
Kvalitetsindikatorer	28
Klykor	28
Sprötkvist	29
Vattskott.....	29
Rakhet	30
Kvistärr	31
Sammanvägd kvalitet.....	32
Variansanalyser.....	34
Diskussion.....	35
Om Studien	35
Valet av huvudstammar	35

Skillnader i ståndort	35
Beståndskaratärer	36
Underbestånd	36
Diameter	36
Höjd	37
Grönkrongräns	37
Klykor & Klykbildning	38
Sprötkvist & Kvistärr	38
Vattskott.....	38
Rakhet	39
Kvalitet	39
Praktiska rekommendationer	40
Slutsatser	41
Referenser	42
Muntliga referenser.....	43
Figur referenser	43

Bakgrund

Allmänt om bok

Boken är ett av den mellaneuropeiska lövskogsregionens viktigaste trädslag. Boken utvecklas bäst i länder med kuperad terräng och i ett nederbördsrikt klimat. Boken är bunden till ett klimat som har en tydlig årstidsväxling mellan sommar och vinter. Även om boken föredrar tydliga årstidsväxlingar så är den bättre anpassad till ett maritimt än ett kontinentalt klimat. Då boken är känslig för frost och kyla begränsas bokens utbredningsområde av atlantkustens relativt kalla somrar och i öst är den begränsad av vinterkylan. Den tredje faktorn som begränsar bokens utbredning är tillgången på vatten. Boken förekommer inte där marken är för torr vilket sätter gränsen för sydlig utbredning (Almgren et al. 1984, Henriksen 1988, Meusel 1965).(Figur 1)



Figur 1: Bokens naturliga utbredningsområde (Euforgen 2009).

Figure 1: The natural range of European beech (Euforgen 2009).

Boken invandrade till Sverige för ca 4000 år sedan från Danmark men började få en dominerande plats i Västsverige för ca 2000 år sedan. Den nutida ungefärliga nordliga utbredningen kan sägas gå i en linje från Uddevalla i Västra Götalands län till Kalmar, Kalmar län(Figur 1).

Boken är ett utpräglat sekundärt trädslag som trivs bäst i sluttningar med god tillgång på rörligt markvatten. De nyetablerade bokplantorna är mycket känsliga för vårfrost, frostkänsligheten är inget problem för boken när det känsliga plantstadiet är övervunnet. (Almgren et al. 1984, Almgren et al. 2003)

Boken har relativt höga ståndortskrav om den skall ge en bra virkesproduktion med en tillfredställande kvalitet. Kalkrik jord och jord med en finkornig textur med god vattentillgång är idealisk för boken, dock inte stillastående vatten. För att jordarten skall ge en tillräcklig genomströmning på markvatten får den inte heller ha en för tät textur. Styva lerjordar lämpar sig inte för bokskogsproduktion (Almgren et al. 1984, Henriksen 1988).

På kontinenten är boken ett mycket viktigt trädslag då det anses att den ger mer fördelar än exempelvis gran eller tall. Fördelarna som ses framförallt i östra/centrala Europa (Tyskland, Polen) är både ekologiska och ekonomiska då det anses att en naturlig skog ger en billigare förnygring och att det för ståndorten anpassade trädslaget ger bäst ekologiska värden. (Kinta et al. 2006)

I Europa pågår idag större projekt för att restaurera naturlig lövskog med inblandning av bok då planteringar av barrskog ersätts med självföryngrad bok och ek (Zerbe 2002).

Naturliga ädellövskogar ses på kontinenten som mer värdefulla än planterad barrskog då de Centraleuropeiska ländernas skogspolitik är inriktad på att skogsbruket skall vara ett nollsummespel mellan intäkter och kostnader. Då inte ekonomisk vinning är huvudmålet i dessa länder görs de ekonomiska kalkylerna med hjälp av kassaflödesmetoden, vilket talar till lövträdens fördel. Sveriges skogspolitik är utformad på det sätt att den ekonomiska avkastningen skall maximeras och skogsbruket i Sverige ses som en nationalekonomisk resurs. Eftersom Sverige är produktionsinriktat och ekonomisk avkastning eftersträvas räknar vi med Nuvärdesmetoden istället för Kassaflödesmetoden vilket gör att den långa omloppstiden för lövträden har ett negativt inflytande kontra barrskog. Den ekonomiska kalkylen för ädellövskogen blir därför annorlunda när de Svenska och Centraleuropeiska kalkylerna jämförs (Brukas, Weber 2009).

Bokens roll i svenskt skogsbruk är inte särskilt viktig då virkesförrådet av bok uppgår till 0,6 % av det totala virkesförrådet (Nylinder et al. 2006). Anledningar till den låga volymen av bok i Sverige är dels dess begränsade utbredningsområde, dels samhällets efterfrågan på mer snabbväxande och lättskötta trädslag främst gran och tall (Löf et al. 2009).

Efter andra världskrigets slut ersattes mycket av den svenska bokskogen av granskog och det befarades att den svenska bokskogen höll på att försvinna (Löf 2001). För att motverka detta tillkom bokskogslagen år 1974. År 1984 inkluderades även övrig ädellövskog och bokskogslagen ersattes av ädellövskogslagen som år 1993 blev upptagen i skogsvårdslagen (Skogsstyrelsen 2009).

Bokskogsskötselns målsättning

Av boktimmer görs det huvudsakligen fanér, möbler och finsnickerier. Virket som inte håller timmerkvalitet blir till massa och brännved.

Då skillnaderna i pris mellan de grova och klena bokvirkessortimenten är påtagliga, bör bokskogsskötseln anpassas till 6-8m långa kvistrena stammar som håller en god kvalitet. Diametern bör ligga på ca 50-60 cm i brösthöjd (Almgren et al. 1984)(Figur 5).

Med en god kvalitet på en bok stam menas en rak, kvistfri stam fri från rödkärna (Ekö & Pettersson 1992). Med rätt skötselmetoder kan vissa kvalitetsnedsättande fel minimeras eller ibland undvikas helt, både genom selektivt urval av stammar vid utglesning och hur stammarna utvecklas med rätt skötsel (Rytter & Werner 1998)(Tabell 1).

Av de skötselmässigt påverkbara egenskaperna hos bokstammen är den viktigaste kvalitetsaspekten stammens rakheter då detta påverkar stockens sågutbyte. Allvarliga kvalitetsfel är klykor som delar mårgen på stammen och orsakar utbytesförluster och spänningar i virket. Sprötkvistar, större grenar och kvistärr, påverkar utseendet men främst hållfastigheten av virket negativt. Ett mindre fel är vattenskott på stammen som orsakar oönskade märken i virket (Rytter & Werner 2003).

Tabell 1: Kvalitetsnedsättande virkesfel (Rytter & Werner 2003).

Table 1: Defekts on the log that reduces the quality of the wood (Rytter & Werner 2003).

Virkesfel påverkade av skogsskötseln			Virkesfel ej påverkade av skogsskötseln	
Typ av fel	Fel	Varianter av fel	Typ av fel	Fel
Kvist	Friskkvist		Kvalitetsfel på stammen	Lyra
	Torrkvist			Spricka
	Rötkvist			
	Sprötkvist			
	Vattenskott			
	Kvistmärken	Kinesskägg Kvistbula		
Formfel	Krök		Kvalitetsfel inuti stocken	Röta
	Ojämn tillväxt			Sprickor
	Ovalitet			Frostring
		Ocentrerad märe		Missfärgad kärnved
		Ojämna årsringar		Främmande föremål
		Fibervridning		
			Tillredningsfel	Rotben
				Kviststump
				Fällkam
				Spjälkning
				Tunga
				Urdrag
			Lagringsskador	Längdfel
				Kvisturdrag
				Ändspricka
				Bränd ved

Marknaden för bokvirke har under en längre period varit dålig och många boksågverk har därför försvunnit (Nylinder et al. 2006). Även ett lågt utbud av massaved begränsar industrins användning av boken, vilket gör den känslig för svängningar i modeväxlingar och trender (Skogsvårdsstyrelsen 2005). Idag är efterfrågan på boktimmer liten och även det högkvalitativa timret blir i de flesta fall massaved. För att uppmuntra skogsägare att främja kvalitet i bokskogsskötseln och för att bokskogsskötseln skall fortsätta överhuvudtaget så betalar SÖDRA ett högre pris för boktimmer än för massaveden även om allt virke blir massaved i slutändan (Ekstrand 2014). Även Sydved betalar ett pris för boktimmer trots att timret blir massaved, av den anledningen att man har svårt att försörja sitt massabruk i Nymölla (Ekö 2015).

Grundpriset som SÖDRA erbjuder för bokvirke kan antas spegla hur efterfrågan och avsättningen är för bokvirket (Tabell 2).

Tabell 2: SÖDRAS grundpriser för bokvirke. Observera att detta är grundpriser och tillägg för certifiering, Storlekspremie, efterlikvid till medlemmar kan tillkomma (Järlesäter 2015).

Table 2: The prices that SÖDRA pays for beech wood. Note that this is basic prices, higher price may occur due to higher deliverance volumes etc. (Järlesäter 2015).

Sortiment	Pris/m ³ fub (SEK)
Bokmassaved	350
Bokkubb	400
Boktimmer	560

Dessa priser kan knappast motivera ett kostsamt röjningsingrepp för att främja kvaliteten i bokbeståndet. Omloppstiden är i ett bokbestånd 100-150 år och då är det viktigt med långsiktigt tänkande och att hoppas på att konjunkturen kommer att svänga och priserna på boktimret ökar mot massaveden (Ekö 2015).

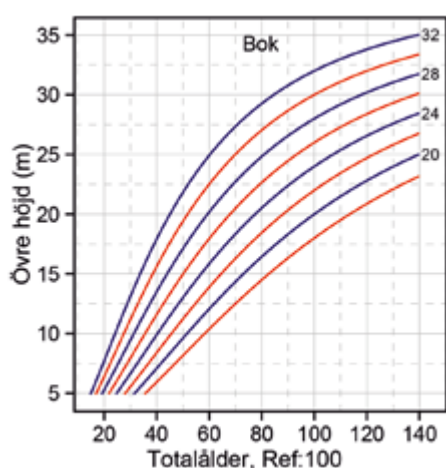
För att sammanfatta målsättningen med bokskogsskötseln så är det viktigt med långsiktighet och att bokvirket har en osäker marknad där större fluktuationer i priset på timmer förekommer. Därför är det viktigt att skogsägarna är förberedda rent skötselmässigt på större prisändringar i framtiden och

att det finns en samsyn mellan aktörer på marknaden att vid bokskogsskötsel måste målet vara goda huvudstammar ur kvalitetssynpunkt.

Bokskogsskötseln idag

För att kunna sköta bokskog är det en förutsättning att det finns kunskap om hur den kommer att växa och utvecklas. Under 1970-talet utarbetade Charles Carbonnier produktionstabeller för den svenska bokskogen som inkluderade höjdutvecklingskurvor för att kunna bestämma ståndortsindex för bok (Carbonnier 1971).

År 2013 reviderades Carbonniers höjdutvecklingskurvor. Då användes samma fasta försöksytor som på 70-talet, samma material användes men nu med längre mätserier (Figur 2).



Figur 2: Höjdutvecklingskurvor för bok (Johansson et al. 2013).

Figure 2: Site index curves for European beech (Johansson et al. 2013).

I dagens bokskogsskötsel används ofta de produktionstabellerna som Carbonnier utarbetade under 1970-talet med avseende på gallringsprogrammet B. Metoden är anpassad för en effektivare drivning. För att underlätta drivningen i skötselingreppen innebär den att färre och starkare ingrepp utförs i motsatts till gallringsprogram A där målet med skötseln är att skapa så hög kvalitet som möjligt och där mindre hänsyn tas till drivning och drivningsnetto (Löf et al. 2009), (Tabell 3).

Tabell 3: Bokens produktion enligt Carbonniers produktionstabeller (Carbonnier 1971).

Table 3: The growth and yield of the beech according to yield tables (Carbonnier 1971).

SI (H100)	Medeltillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	Kulmination (år)
20	3,6	120
24	5,1	120
28	6,5	120
32	7,9	120

Bokskogsskötseln idag baseras i huvudsak på naturlig föryngring i redan befintliga bokbestånd (Almgren et al. 1984). När en tillfredställande mängd bokplantor har etablerats på föryngringsytan så tas förväxande träd s.k. vargar och oönskade trädslag bort för att få ett så jämnt ungskogsbestånd som möjligt att starta omloppstiden med (Carbonnier 1979).

Vissa kvalitetsvariabler är möjliga att påverka genom skogsskötseln och regleras då främst av beståndstätheten. Ingreppets tidpunkt och intensitet påverkar beståndet kvalitetsmässigt då kvarvarande träd får mer utrymme att breda ut sig och bilda en större diameter, både på stammen och på grenar varför resultatet blir en kompromiss mellan en högre kvalitet eller en större dimension på stammen som gynnas av ingreppet (Thernström 1982). Beståndet påverkas också genom att urval görs med avseende på trädslagsfördelning, kvalitet på kvarvarande stammar etc. (Pettersson et al. 2012).

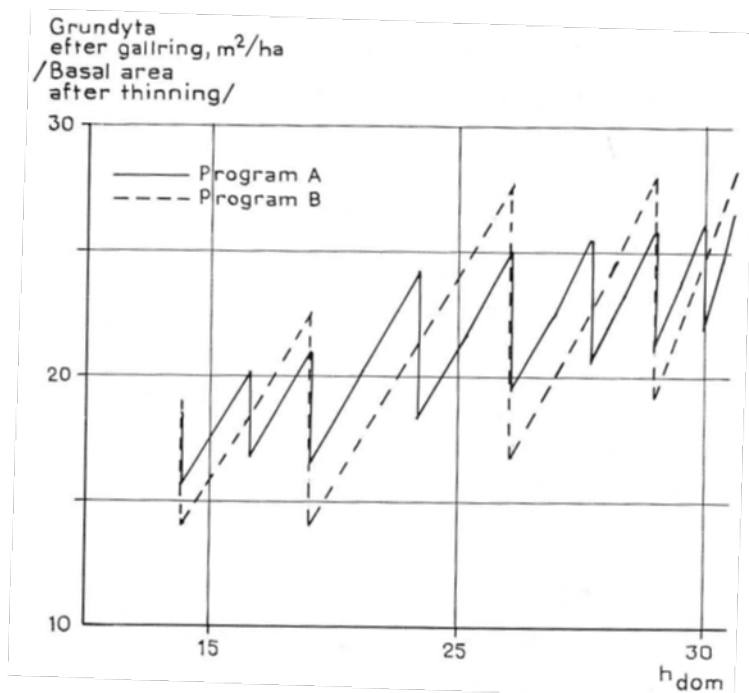
I början av ungskogsfasen görs utglesningen som röjningar där inget uttag av gagnvirke görs. Det vanligaste när bokbestånd utglesas är att det utses lämpliga huvudstams kandidater när kvaliteten på huvudstammar kan bedömas, vanligen efter 5-8m. Men då boken är svår att bedöma kvaliteten på i unga åldrar väljs alltid ett antal reservkandidater ut för att fungera som en buffert om någon av de tänkta huvudstammarna utvecklar kvalitets nedsättande fel (Eickhoff 1995). Idag tillämpas Carbonniers beskrivna röjningsprogram där främst varg- och klykträd tas bort. Successivt gynnas punktvis ett större antal huvudstamskandidater (Carbonnier 1979). Själva röjningsmomentet utförs med röjsåg alternativt med motorsåg. Då kostnaden för enbart motormanuell röjning är hög, finns även kombinerade metoder då maskinell och manuell röjning kombineras. Den maskinella röjningen är schematisk i bestånden och den reducerar stamantalet i gator/stråk om ca en meter med lika stort mellanrum. I mellanzonerna görs sedan en konventionell röjning där framtida stammar gynnas (Figur 3). Metoden är särskilt effektiv i bestånd med mycket höga stamtätheter ($>100\ 000\ \text{st. ha}^{-1}$) i inledningsfasen av röjningsprogrammet. (Carbonnier 1979, Pettersson et al. 2012, Bergkvist & Nordén 2004).



Figur 3: Illustration av stråkröjning (Pettersson et al. 2012).

Figure 3: Schematic pre-commercial thinning (Pettersson et al. 2012).

När det bedöms att bokbeståndet kan ge avkastning från skötselningreppen genom uttag av biobränsle görs detta genom röjningsgallringar. Metoden för uttag av biobränsle utförs oftast med en skördare utrustad med ett klippaggregat eller med flerträdsackumulerande skördaraggregat. Skotningen utförs med en anpassad grip för ris för att undvika jord och stenar i risvältan. Senare under omloppstiden när det bedöms att virkesuttaget även kan inkludera massaved och timmersortiment påbörjas den egentliga gallringsfasen (Di Fulvio et al. 2011). Utglesningarna fortgår med jämna intervaller fram till förnygringsavverkningen (Almgren 1984). Gallringar idag präglas av två gallringsprogram A och B (Carbonnier 1979) (Figur 4).



Figur 4: Gallringsprogrammen i Carbonniers produktionstabeller (Carbonnier 1971).

Figure 4: The thinning programmes according to yield tables by Carbonnier (1971).

Efter 100-120 år är bokbeståndet redo att avvecklas och föryngringsavverkningen påbörjas. Oftast görs föryngringsavverkningen i flera steg. I första steget görs en förberedande huggning för att öka ollonproduktionen på de kvarvarande träden. Efter ollonfallet görs en skärmställning som sedan avvecklas inom 10-30 år. Metoden kombineras oftast med någon form av nedmyllning för att skydda ollonen och öka grobarheten (Henriksen 1988).



Figur 5: Målsättningen i bokskogen är grova, raka stammar med en hög kvalitet.

Figure 5: The target of managing beech forest are thick, straight stems of a high quality.

Röjning i Bokskogen

Inom bokskogsskötsel är röjning en viktig åtgärd då ett bestånd i anläggningsfasen kan ha över 100 000 stammar ha⁻¹. Då blir röjningsarbetet en omfattande åtgärd i skötselprogrammet.

För att ge bokbeståndet goda förutsättningar till att utveckla grova stammarna med en hög kvalitet anses röjningen vara en av de viktigaste åtgärderna under omloppstiden. Problematiken med röjning

i ädellövskog, framförallt bokskog beror på de stamrika bestånden som behöver röjas till ett produktionsförband. Ingreppen som sker under röjningsfasen blir omfattande och därmed mycket kostsamma och arbetskrävande (Ekö & Pettersson 1992). I ett normalt röjningsprogram kan arbetsåtgången vara 215-240 arbetstimmar ha⁻¹ (Carbonnier 1971).

Ett incitament för att röja i bokskogen är att det kan utgå ett statsbidrag på 60 % av kostnaderna för ungskogsvård från skogsstyrelsen. (Ekö & Pettersson 1992, Löf et al. 2009). Även om bidrag utbetalas i samband med skogsvården i bokskogen så är de tidiga kostnaderna något som kraftigt påverkar den totala ekonomin. Det finns således starka skäl och ett stort intresse för effektivisering och utveckling av de nuvarande metoderna för röjning. Då skötseln av bok är inriktad på hög kvalitet är det viktigt att utvärdera om metoder för röjningen inte påverkar kvaliteten på bestånden mer negativt än konventionell röjning.

Med de röjningsprogram som används i praktiskt skogsbruk idag sker röjningen ofta i flera steg enligt Carbonniers (1979) beskrivningar. Tidigt i röjningsfasen vid ca 2m övre höjd röjs oönskade biträdslag och vargträd bort. Det andra ingreppet rekommenderas att göras när stammarna nått 5-8m höjd. Vid denna tidpunkt bör det finnas minst 3000-4000 stammar att välja mellan. För de senare röjningarna har Carbonnier anvisat två metoder.

Den första metoden syftar till att skapa en hög kvalitet i beståndet och att ett underbestånd skapas för att behålla beståndet slutet även efter röjningen. Underbeståndet är sedan tänkt att efterhand gallra ut sig självt. I det första ingreppet begränsas röjningen till att endast vargträd, klykträd och andra träd med allvarligare defekter. Endast träd i det övre kronskiktet rörs i ingreppet som är en mycket svag åtgärd. I nästkommande röjningar görs ingreppen starkare och utförs punktvis för att gynna individer som anses vara goda som huvudstamskandidater.

Den andra metoden är en mer konventionell röjning och inriktar sig redan från start till röjning i alla diameterklasser vilket ger en mer kraftig sänkning av stamantalet från början av röjningsprogrammet. I bägge metoderna är målet god kvalitet och en hög tillväxt av huvudstammarna. Bestånden röjs med 3-5 års intervall och görs 4-5 ggr. När beståndet närmar sig 30 år skall röjningsfasen vara avslutad och beståndet bör innehålla 1400-1500 stammar ha⁻¹ i det övre kronskiktet. (Carbonnier 1979).

Det förekommer att skogsbolag även ger sina leverantörer råd och tips hur de ska utforma sitt skötselprogram för ett bokbestånd. SÖDRA strävar efter att ge sina medlemmar råd som maximerar nuvärdet och ger ett högt drivningsnetto i varje åtgärd utan att beståndsutvecklingen eller kvaliteten blir lidande. Skillnaderna mellan SÖDRAS skötselprogram och de föreslagna åtgärderna från Carbonnier är att SÖDRA vill gå in tidigare och göra röjningsgallringar med uttag av endast energived (Södra 2012). (Tabell 4)

Tabell 4: Södras rekommenderade skötselprogram för bok

Table 4: The management of European beech that is recommended by Södra.

Åtgärd	m (ÖH)	Antal stammar/ha efter åtgärd
Röjning	2-3 m	5000+
Röjning	5-6 m	4000
Gallring	6-7 m	3000
Gallring	9-10 m	1500-1800
Gallring	12-13 m	800-1000
Gallring	15-16 m	400-600
Gallring	17-18 m	200-300
Gallring	20-21 m	150-200
Slutavverkning, 90-110 år	22-23 m	100-150

Tidigare forskning

Det finns ganska omfattande forskning om bokens tillväxt och produktion av Charles Carbonnier (1971). Carbonniers forskning gick ut på att kartlägga produktion och värde för olika boniteter och vid de vanligaste gallrings- och röjningsprogrammen.

Resultatet av undersökningen i röjning visade inga större skillnader i volymproduktion eller dimensionsutveckling. Mätningar av kvalitativa egenskaper har inte genomförts. När bestånden okulärbesiktigades framgick inte heller några sådana skillnader mellan röjningsprogrammen (Carbonnier 1979).

Med bakgrund av Carbonniers forskning fanns intresse av att undersöka skillnader i kvalitet hos olika röjningsprogram vilket resulterade i Ekö och Petterssons undersökning av kvalitetsutveckling av bokskog i röjningsfasen (1992).

Röjningsprogrammen var utformade så att träd av god kvalitet gynnades och i alla metoder röktes varg- och klykträd bort i största möjliga mån. Metoderna som jämfördes var följande:

T1400: Tidig röjning till produktionsförband 1400 stammar ha⁻¹ vid 4m medelhöjd.

T2500: Röjning till 2500 stammar ha⁻¹ vid 4m medelhöjd.

Änorm: Upprepade röjningar enligt Carbonnier (1979) metod 1

Ämod: Två röjningar, Vid den första röjningen tog endast oönskade trädslag, vargräd och skadade träd bort. Den andra röjning sker när kvaliteten på de 6 nedersta metrarna kan bedömas. Då sänks stamantalet till 1400 stammar ha⁻¹.

I undersökningen jämfördes volymproduktion och kvalitetsdaning.

Resultatet i undersökningen visade på en sämre total kvalitet för röjningsprogrammet T1400 som röjts tidigt och hårt. Ämod uppvisade bäst kvalitetsegenskaper vid utvärderingen men bedöms ändå ha likvärdiga kvalitetsegenskaper som T2500 och Änorm efter 30 år (Ekö, Pettersson 1992).

En dansk undersökning (Skovsgaard et al. 2006) jämför olika stubbhöjder och deras inverkan på tillväxten och den naturliga grenrensningen efter röjningen i naturligt förnygrade bokbestånd.

Behandlingarna som jämfördes var:

Orörd kontroll

Svag röjning där endast vargräd och träd med särdeles dålig kvalitet röktes bort

Stark röjning mot ett lågt antal huvudstammar

Stubbhöjderna som jämfördes var:

Låg stubbe ~10cm

Normal arbetshöjd ~90cm

Så högt det går med motorsåg ~230cm

Resultatet på undersökningen visade att två växtsäsonger efter röjningsingreppet ökade återväxten på stubben med ökande höjd på stubben.

Diametertillväxten på de potentiella huvudstammarna ökade med en lägre höjd på stubben och den naturliga grenrensningen ökade med en högre stubbhöjd.

Därför torde bestånd röjda med höga stubbar ha en bättre tillväxt än ett oröjt bestånd men samtidigt utveckla en bättre kvalitet än röjning med låga stubbar vilket skulle kunna motivera att en röjningsmetod där träden i beståndet sågas av vid en högre höjd än vid marknivån.

Det studerade försöket

I det aktuella försöket testas fem olika metoder för röjning i självföryngrad bokskog. Försöket är anlagt år 1997 av Ulf Johansson, P-M Ekö och Nils Pettersson. Försöket är utlagt på tre lokaler och testar 5 olika metoder av röjning. Målet med försöket är att utvärdera röjningens effekter på virkeskvaliteten men även beståndsutvecklingen. Försöket är tänkt att vara en uppföljning och vidareutveckling på Ekö och Petterssons, Rapport nr 32. Ett röjningsförsök i bokskog.

Syfte och mål med studien

Huvudsyftet med studien är att utvärdera och jämföra kvaliteten på huvudstammarnas sex första meter i bestånden. Kvalitetsegenskaper som observerades var: Rakhet, klykor, sprötkvistar, kvistärr och vattskott. När kvalitetsegenskaperna mäts och bedöms redovisas även skillnader och tendenser som ett delmål i studien.

Hypoteserna som testas är:

- Utformningen av röjningsprogram har inverkan på beståndets kvalitetsutveckling med avseende på: Rakhet, mängd klykor och sprötkvistar, kvistärr och vattskott.
- Utformningen av röjningsprogram har inverkan på beståndets dimensionsutveckling med avseende på diameter, höjd och grönkrongräns.

Material och Metod

Allmänt om försöket

Försöket är ett bokröjningsförsök med tre olika block och fem behandlingar. Blocken är belägna på: Tönnersjöhedens försökspark i Hallands län (6286557.204, 384436.956), Bjersgård (6224669.113, 384085.738) och Trolleholms gods i Skåne län (6202336,32, 393367.891) (Figur 6).



Figur 6: Försökslokalernas belägenhet.

Figure 6: Location of the experimental sites.

Behandlingarna utfördes som följande:

- I (Trad) Traditionell bokskogsröjning, det första ingreppet görs vid 5-6m beståndsmedelhöjd, då vargträd och oönskade trädslag röjs bort. Därefter utförs 2-3 röjningsingrepp med några års mellanrum. I dessa gynnas punktvis ett relativt stort antal träd som bedöms ha goda förutsättningar att utveckla en god kvalitet. (Carbonnier 1979).
- II (1-varg) Vargröjning vid ca 5 m övre höjd. Ingen ytterligare åtgärd utförs förrän kvaliteten på de 6-8 första metrarna kan bedömas. När denna tidpunkt uppnås sänks stamantalet till 1400 ha⁻¹.
- III (2-varg) Vargröjning vid ca 5 m övrehöjd. När ca 9 m av stammen kan bedömas sänks stamantalet till 1400 ha⁻¹. Röjningen sker vid 2-3m högre övre höjd än vid försöksled II.
- IV (toppkap) Vargröjning vid ca 5 m övrehöjd. Samtidigt utses huvudstamskandidater. På träd som konkurrerar med de utsedda huvudstammarna kapas toppen vid en höjd av 4-5m. Målet är att ställa ut huvudstammarna glest men att de första metrarna på huvudstammen fortfarande skall stå tätt så en högre kvalitet på stammen uppnås.
- V (Kontroll) Beståndet lämnas oröjt.

Vid försökets utläggning år 1997 beskrevs försöksytornas genomsnittliga kvalitet före röjning genom att kvaliteten på samtliga bokr bedömdes inom 8 st. tillfälliga cirkelytor med 2 m radie. Bedömningen avsåg trädens potential att utvecklas till framtidsstammar med hög virkeskvalitet. Svagt utvecklade träd bedömdes inte. Stammarna åsattes en av följande kvalitetsklasser:

A. Önskvärd som framtidsstam med höga kvalitetskrav.

B. Möjlig som framtidsstam men med sämre kvalitet än klass A.

C. Ej användbar som framtidsstam på grund av allvarliga kvalitetsnedsättande fel.

V. Vargträd, ej användbar som framtidsstam.

För att karaktärisera bestånden vid anläggningen klavades samtliga träd över 1,3m på fyra tillfälliga provtytor med radien 1m i varje parcell. I provytan mättes även höjden på 3st systematiskt uttagna provträd av bok.

Antalet stammar i provytorna varierade från 7659- 17805 st ha⁻¹. Stamantalet i medeltal var på Trolleholm: 13747 st ha⁻¹. Bjersgård: 11518st. Tönnersjöheden: 14522st.(Tabell 5)

Tabell 5: Resultatet från den ursprungliga inventeringen före röjning år 1997.

Table 5: The results from the initial inventory before pre-commercial thinning in 1997.

Försöksled	Försök	Klass A	Klass B	Klass C	Klass V	Summa	%A	%B	%C	%V
Trad	Bjersgård	398	2188	7062	99	9747	4	22	72	1
	Trolleholm	1691	2885	4675	99	9350	18	31	50	1
	Tö-heden	1094	1691	4675	199	7659	14	22	61	3
1400st	Bjersgård	1094	3083	9549	199	13925	7	22	69	1
	Trolleholm	1293	4277	7461	199	13230	9	32	56	2
	Tö-heden	3283	3879	8455	199	15816	21	24	53	1
2-varg	Bjersgård	895	3183	7758	199	12035	7	26	64	2
	Trolleholm	995	3481	9350	199	14025	7	25	67	1
	Tö-heden	3382	3879	10345	199	17805	19	22	58	1
Toppkap	Bjersgård	1592	3183	8256	398	13429	12	24	61	3
	Trolleholm	1194	3780	10743	298	16015	7	24	67	2
	Tö-heden	2089	3581	10245	298	16213	13	22	63	2
Kontroll	Bjersgård	696	2785	4576	398	8455	8	33	54	5
	Trolleholm	1591	3780	10643	99	16113	10	23	66	0
	Tö-heden	2188	4177	8554	199	15118	14	28	57	1
Medeltal		1565	3322	8156	219	13262	12	25	61	2

Studien

I den aktuella studien bedömdes kvalitén på huvudstammarna enligt samma skala som användes vid försökets början. Då huvudstammarna uppnått ca 16m höjd var det möjligt att göra en mer säker bedömning av hur de kommer att utvecklas. Provytorna har en nettoareal om 625m² och ett lämpligt antal stammar i slutbeståndet sattes till 300 stammar ha⁻¹ vilket motsvarar ca 18 huvudstammar per försöksyta.

Kvaliteten bedömdes endast på de sex första meterna på stammen, då över 1/3 av trädets värde antas sitta i den första stocken.

För att bedöma kvaliteten på i de olika parcellerna var det en förutsättning att alla åtgärder som är beskrivna i åtgärdsprogrammet är utförda. Parcell 5 på Trolleholm vilken innehåller försöksledet "2-varg" är inte den sista sänkningen till 1400 stammar ha⁻¹ utförd. För att undvika fel i resultatet togs "2-varg" i Trolleholm bort från studien.

Val av huvudstammar

Valet av huvudstammar inom parcellerna baserades på slutavverkningsförband och typen av huvudstam. Som huvudstam valdes härskande eller medhärskande träd av så god kvalitet som möjligt.

Antalet huvudstammar varierade i parcellerna från 16- 19 stammar ha⁻¹. Att antalet varierade mellan parcellerna berodde på att det fanns svårigheter att finna lämpliga huvudstamskandidater. På ytan "toppkap" i Trolleholm fanns inga tydliga avgränsningar av parcellen vilket medförde att endast 16 huvudstammar utsågs för att undvika att huvudstammar valdes utanför parcellens ytterkanter.

Mätningar

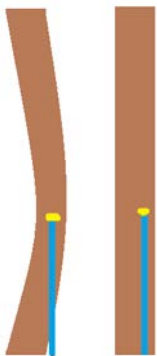
Brösthöjdsdiametern, i mm, mättes på samtliga träd varvid huvudstammarna korsklavades.

Höjden och grönkrongränsen (avstånden från mark till första levande gren) mättes på provträden med en elektronisk höjdmätare (VERTEX). Mätningen är relativt osäker, eftersom boken har en bred krona och det därmed kan vara svårt att träffa den högsta punkten på trädet.

Bedömningar

För att kunna jämföra de olika försöksleden med avseende på kvalitet bedömdes följande egenskaper: raket, kinesskägg, sprötkvistar, klykor och förekomst av vattskott. Egenskaperna vägdes samman och gav varje stam en kvalitetsklass med samma indelning som användes vid den första inventeringen 1997.

För att bedöma raketten användes visuell syftning mot stammen från flera håll. Som syftningshjälpmedel användes en 1,5m lång sticka. (Figur 8) Eftersom utbytet på den sågade stocken är beroende av stockens raket bedömdes krök i flera led hårdare än basala krökar då de inte påverkar sågutbytet lika mycket som en långkrök (Figur 7).

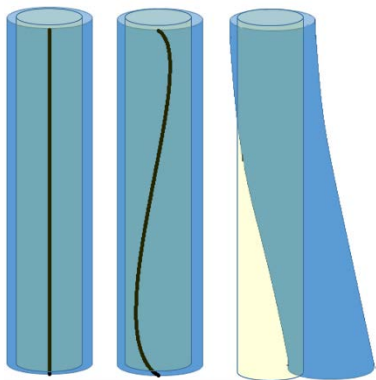


Figur 7: Illustration på raketbedömning med hjälpmedel.

Figure 7: Illustrations of the assesment of the straightness with a tool.

Rakheten på stammen bedömdes utifrån hur virket stammen antas se ut vid beståndsavvecklingen när den första stocken på trädet sågas upp till brädor och plank. Följande klasser användes:

1) helt rak stam där även märgen är rak. 2) stocken kommer att vara helt rak på utsidan men märgen kommer att vara krokig. 3) stock vilken får utbytesförlust när stocken sågas (Figur 8)



Figur 8: Exempel på rakhetsklasser 1,2 och 3. Blå cylinder är stammens 6 första meter, svart streck är märg och gul cylinder motsvarar sågcylindern.

Figure 8: Example of straightness, class 1, 2 and 3. Blue cylinder are the first 6 meters of the stem, the black line is the pith and the yellow cylinder corresponds to the part that is actually sawn.

1



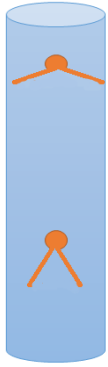
2



Figur 9: Bild 1 visar en huvudstam som motsvarar rakhetsklass 3 på bedömningsskalan. Bild 2 visar en huvudstam som motsvarar rakhetsklass 1.

Figure 9: Image 1 shows a crop tree corresponding to class 1. Image 2 shows a totally straight crop tree.

Kvistärr ger en indikation på hur stocken ser ut på insidan. Alla kvistärr räknades på de första 6m av varje stam och vägdes sedan in i den totala kvalitetsklassningen (Figur 10). För att räknas som ett kvistärr som påverkar stockens kvalitet krävdes att kvistärret hade en vinkel på mindre än 60° (VMF SYD 2001).



Figur 10: Exempel på kvistärr med olika vinklar, det övre har en vinkel $>60^\circ$ och det undre har en vinkel $<60^\circ$
Figure 10: Example of two different marks from old branches the top one has an angle of $>60^\circ$ and the one below has an angle of $<60^\circ$

Klykor och sprötkvistar ger en allvarlig kvalitetsnedsättning. Klyka definierades som en stamdel med delad märe och två eller fler delstammar, av vilka den näst grövsta är $>\frac{1}{4}$ av den grövsta stammens diameter (Österström 2000). Sprötkvistar definierades som starkt uppåtriktad kvist, av vilka den näst grövsta grenen är $<\frac{1}{4}$ av stammen (Skogsencyklopedin)(Figur 11). Observationerna omfattade bara de sex första metrarna. Högre sittande klykor och sprötkvistar registrerades således inte. Antalet klykor och sprötkvistar räknades. Vidare uppskattades hur negativ inverkan de hade på den slutgiltiga kvaliteten med avseende på placering och storlek enligt VMF SYDs klassning av boktimmer. (VMF SYD 2001).



Figur 11: Exempel på sprötkvist och dess påverkan på stammen (obs. detta är ingen huvudstam.)
Figure 11: Example of an epichormical branch and its effect on the stem. (This is not a crop tree.)

Vattenskott bildade ur adventivknoppar på stammen (Skogsstyrelsen 2010). Frekvensen av vattenskott bedömdes på de nedersta sex metrarna på stammen och förekomsten delades upp i en tre-gradig skala:

0= förekommer ej, 1=förekommer (1-3st vattenskott på stammen), 2= förekommer rikligt.(>3st vattenskott på stammen) (Figur 12).



Figur 12: Exempel på vattenskott. På bilden ses endast 2st varför stammen är klassad som en 1:a på bedömningsskalan.

Figure 12: example of water shot. The image shows a trunk which has two water shots why it's classified as a 1 on the scale.

Beräkningar

Med hjälp av data från den totala stamräkningen beräknades grundyta och medeldiameter för varje parcell.

Den övre höjden för parcellerna beräknades som medelhöjden av de 8 grävsta utvalda huvudstammarna per yta.

För varje yta beräknades hur medelträdet såg ut. För beräkning av medelvärdet på försöksledsnivå slogs de tre blocken ihop till ett sammanvägt resultat.

Då försöket är upplagt som ett traditionellt blockförsök, där blocken utgörs av de tre lokalerna, beräknades signifikanta skillnader mellan försöksleden avseende de enskilda beroende variablerna med ANOVA. Vidare beräknades den simultana signifikansen av de kvalitetsbeskrivande variablerna med MANOVA.

Resultat

Stamfördelning

Alla stammar

Det totala stamantalet i behandlingarna varierar från 1408 till 7888 ha⁻¹ med en medeldiameter mellan 61 - 140mm. Behandlingarna kan delas in i två grupper, de som röjt till produktionsförband och de där endast huvudstammarna gynnats punktvis. "1-varg" och "2-varg" har ett lägre stamantal med en högre medeldiameter då träden >10cm dbh röjts bort jämfört mot övriga behandlingar. När stammarna över tio centimeter i brösthöjd jämförs syns endast skillnad mellan "2-varg" och övriga behandlingar då "2-varg" har en lägre grundyta än övriga. (Tabell 6).

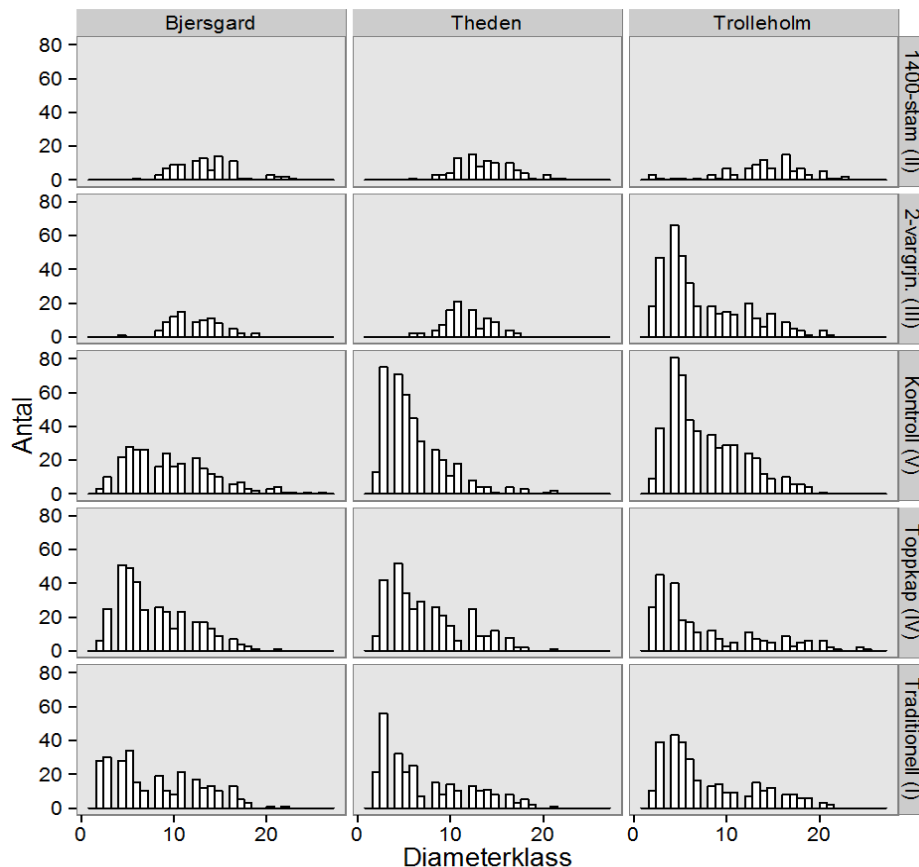
Tabell 6: Beskrivning av beståndens totala stamantal, medeldiameter och grundyta.

Table 6: Description of the total number of stems, mean diameter and the basal area of the stands.

Försöksled	Lokal	Stamantal	Stamantal Grundyta Medeldiameter			Stamantal Grundyta Medeldiameter		
		(st/ha)	(st/ha)	(m ² /ha)	(mm)	(st/ha)	(m ² /ha)	(mm)
		Vid start	Totalt antal stammar			Stammar >10cm Dbh		
Trad	Trolleholm	9350	4768	33	80	1520	26	145
	Bjersgård	9747	4448	30	80	1664	24	134
	Tönnersjö-H	7659	4320	25	73	1488	20	134
1-varg	Trolleholm	13230	1520	26	140	1344	25	152
	Bjersgård	13925	1504	23	137	1328	22	140
	Tönnersjö-H	15816	1504	23	134	1392	23	141
2-varg	Bjersgård	12035	1408	17	121	1184	16	128
	Tönnersjö-H	17805	1584	18	117	1344	16	123
Toppkap	Trolleholm	16015	3968	26	74	1152	21	146
	Bjersgård	13429	5648	34	78	1728	23	130
	Tönnersjö-H	16213	5232	29	74	1424	20	131
Kontroll	Trolleholm	16113	7888	42	77	2416	29	129
	Bjersgård	8455	4416	24	93	1936	22	134
	Tönnersjö-H	15118	6336	37	61	896	12	127

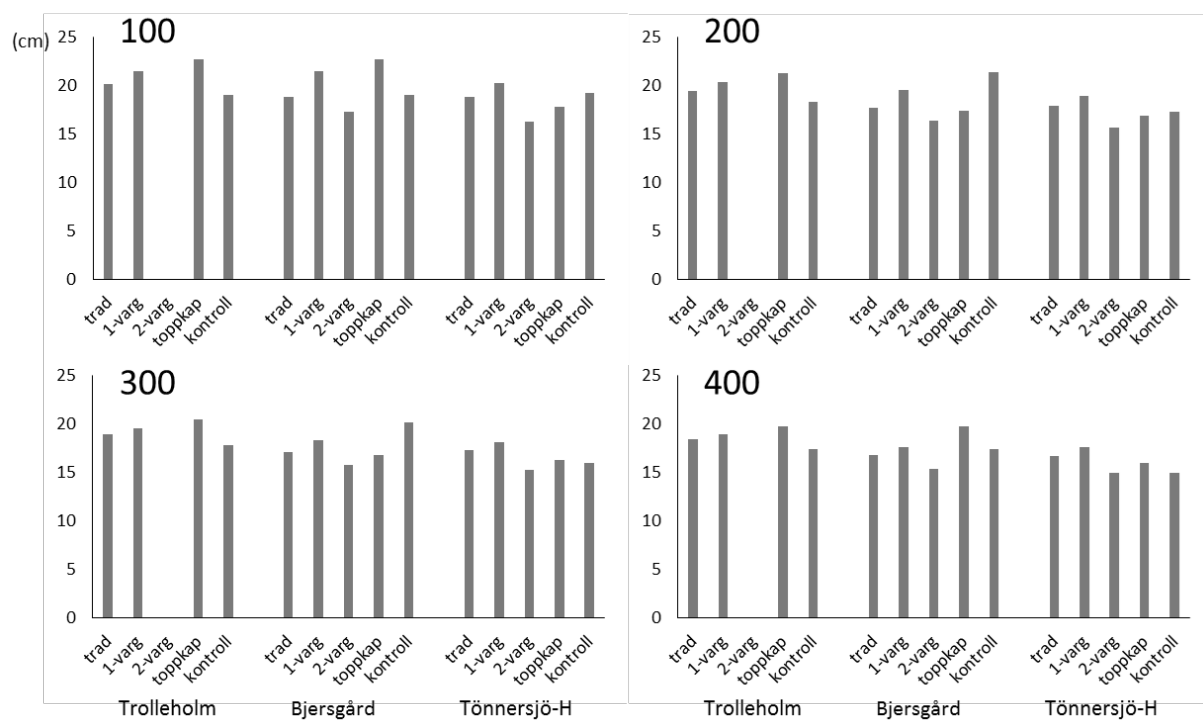
Bestånden har en stamfördelning från 1cm Dbh upp till 24cm Dbh. Antalet stammar i varje parcell varierar från 88-493 stammar(Figur 13). Skillnaderna mellan försöksleden ligger mestadels i beståndens diameterklasser 1-8cm. Behandlingarna som helt saknar underbestånd är försöksled "1-varg" och "2-varg", till skillnad mot "Trad" och "toppkap" där en stor del av underbeståndet finns kvar. "kontroll" har hela underbeståndet intakt.

Skillnaderna mellan blocken är relativt lika med undantag av "kontroll" i Bjersgård där få stammar finns i de lägre diameterklasserna. I de grövre diameterklasserna är stamfördelningen relativt lika mellan försöksleden (Figur 13).



Figur 13: Totala antalet stammar i de olika diameterklasserna uppdelat i försöksled och försökslokal.
 Figure 13: The total amount of stems in the different diameter classes divided in trials and areas.

Beståndens 100 grövsta träd har en medeldiameter inom försöksleden som varierar från 16,3 cm till 20,3 cm Dbh. "2-vargr" har den lägsta medeldiametern och "kontroll" har högst medeldiameter. Medeldiametern på de 400 grövsta träden i försöksleden varierar från 15,1 cm Dbh "2-vargr" till 18,0 cm Dbh i metoden "1-vargr". Resultatet visar att det finns skillnader när medeldiametern på de 100 grövsta stammarna jämförs. När fler träd tas med i jämförelsen tenderar skillnaderna i medeldiameter mellan behandlingarna att jämnas ut (Figur 14).

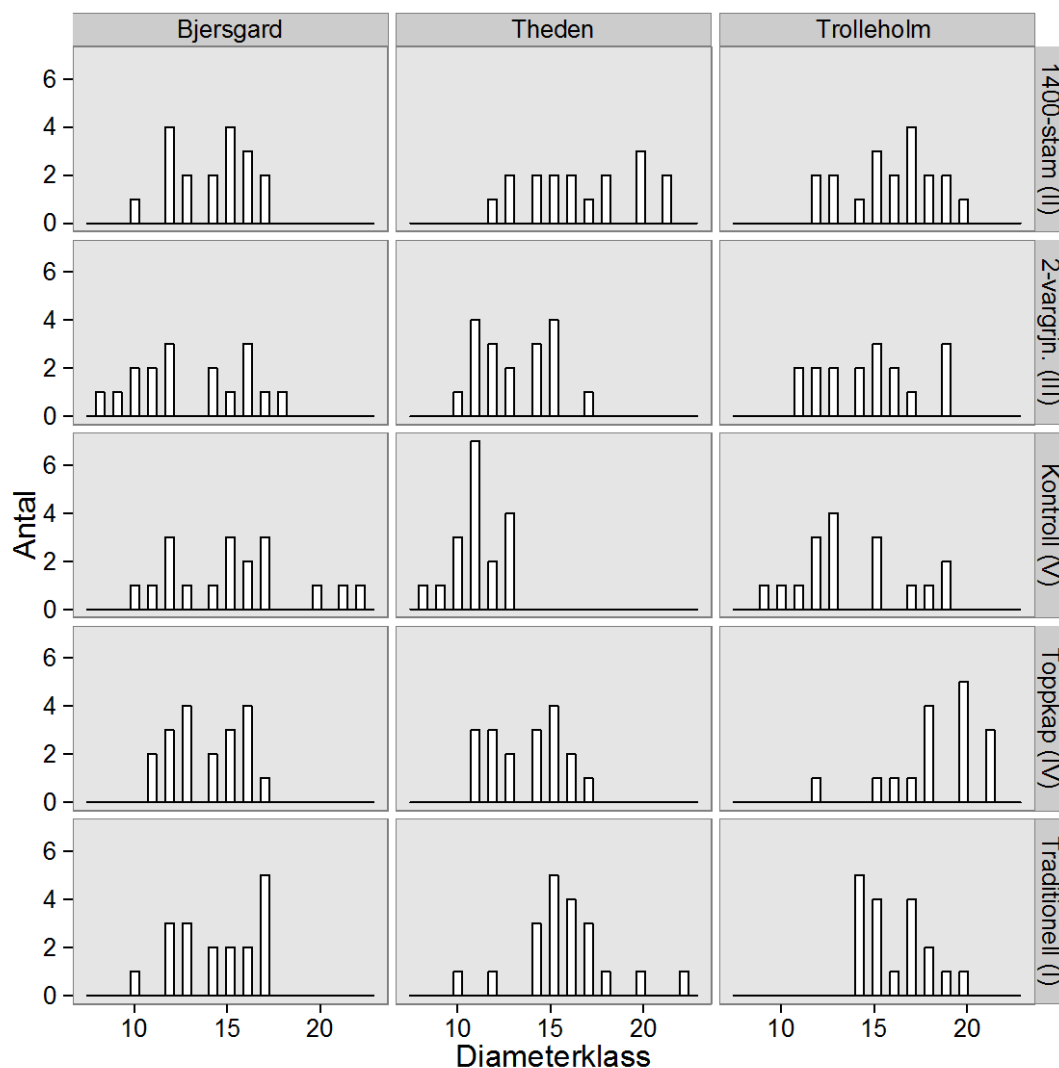


Figur 14: Medeldiametern på de 100-400 grävsta träden i bestånden.

Figure 14: The mean diameter of the 100-400 thickest trees in the different stands.

Huvudstammar

Huvudstammarna är utvalda mellan 8-22 cm Dbh. I de flesta försöksleden finns merparten av huvudstammarna runt diameterklassen 15 cm. Antalet huvudstammar varierar från 16 till 18 stycken inom varje bestånd. Inga skillnader finns mellan behandlingarna med avseende på huvudstammarnas diameterklass. Det finns heller inga samband mellan antalet huvudstammar och behandling eller block (Figur 15).



Figur 15: Antalet huvudstammar i de olika diameterklasserna uppdelat efter försöksled och försökslokal.
 Figure 15: The amount of crop trees in the different diameter classes for treatments and experimental sites.

Brösthöjdsdiametern på huvudstammarna varierar mellan försöksleden från 135 mm (2-varg) till 159 mm i försöksleden "1-varg" och "trad". En tendens försöket uppvisar är att parcellerna "2-varg" och "kontroll" har ca 20mm lägre medeldiameter än parcellerna som röjts tidigare, dock finns ingen signifikant skillnad mellan metoderna (Tabell 10).

Den aritmetiska medelhöjden på huvudstammarna i försöksleden varierar från 150 dm i "2-varg" till 157 dm för "1-varg". Det finns inga skillnader i höjd mellan försöksleden.

Andelen grönkrona i parcellerna varierar mellan 39 % för "Kontroll" och 43 % för "Toppkap" av den totala höjden på träden inom de olika behandlingarna. Behandlingen "Toppkap" uppvisar en tendens till att ha en högre andel grönkrona. Dock är det bara blocket Trolleholm som uppvisar en högre andel grönkrona vilket inte medför någon signifikant skillnad mellan försöksleden. Behandlingen "Kontroll" har lägst andel grönkrona i tabellen, men standardavvikelsen indikerar att behandlingen inte har signifikant lägre andel grönkrona än övriga behandlingar (Tabell 7).

Tabell 7: Medelvärden för Dbh, höjd och grönkrongräns för huvudstammarna i de olika försöksleden och lokalerna. Standardavvikelsen är angiven inom parentes.

Table 7: Mean values of Dbh, height and amount of crown for the future stems in the different trials. The standard deviation is also included in the parentheses.

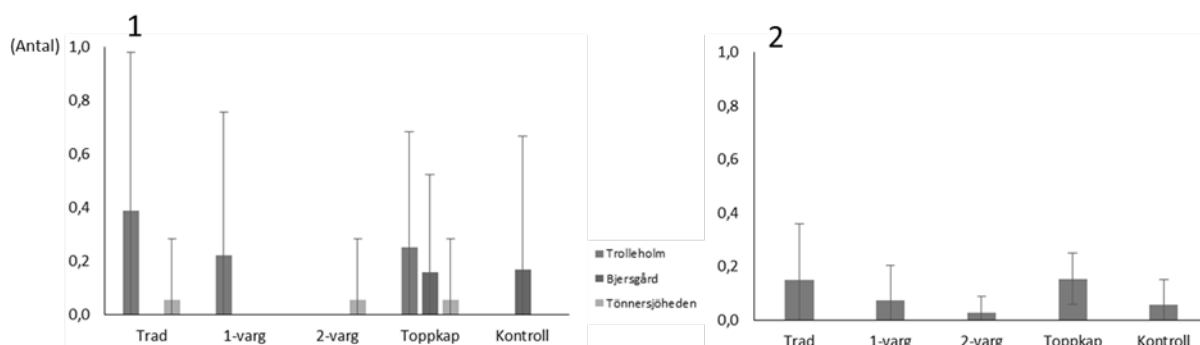
Försöksled	Lokal	Stam/yta (antal)	Dbh (mm)	Höjd (dm)	Övre höjd (dm)	Grönkrongräns (dm)	Andel Grönkrona (%)
Trad	Trolleholm	18	167 (19)	154 (9)	157	87 (11)	44 (9)
	Bjersgård	18	149 (22)	143 (11)	148	92 (5)	36 (6)
	Tönnersjö-H	18	162 (27)	160 (12)	166	88 (7)	45 (6)
1-varg	Trolleholm	18	163 (24)	153 (9)	154	92 (9)	40 (5)
	Bjersgård	18	146 (20)	153 (15)	155	97 (16)	37 (8)
	Tönnersjö-H	18	167 (32)	165 (15)	173	92 (8)	44 (7)
2-varg	Bjersgård	17	135 (35)	149 (9)	161	96 (12)	35 (7)
	Tönnersjö-H	18	135 (13)	151 (9)	156	82 (7)	45 (5)
Toppkap	Trolleholm	16	188 (25)	156 (10)	162	67 (10)	57 (14)
	Bjersgård	19	143 (18)	145 (8)	150	94 (8)	35 (6)
	Tönnersjö-H	18	141 (18)	152 (9)	161	94 (7)	38 (5)
Kontroll	Trolleholm	17	142 (26)	151 (9)	155	89 (15)	41 (6)
	Bjersgård	18	157 (29)	169 (14)	169	111 (13)	34 (7)
	Tönnersjö-H	18	116 (20)	142 (11)	144	84 (11)	41 (7)

Kvalitetsindikatorer

Som tidigare sagts är det viktigt att notera att kvalitetsindikatorerna är endast mätta och bedömda på de utvalda huvudstammarna i respektive parceller.

Klykor

Behandling "Toppkap" har det högsta antalet klykor per huvudstam med ett medeltal på 0,15 klykor per huvudstam. "Trad" verkar ge en högre andel stammar med klykor. Övriga behandlingar ger ca 0,05 - 0,1 klyka per huvudstam. Inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna finns ($P > 0,05$). En faktor att ta hänsyn till är behandlingens standardavvikelse, vilken varierar mest av försöksleden (Figur 16). Frekvensen träd med inga förekommande klykor varierar mellan 84 % i försöksled "toppkap" till "2-varg" där 97% av huvudstammarnas första sex meter saknade klykor. Inte heller andelen stammar med 0 klykor per huvudstam var signifikant skillt från varandra (Tabell 8).



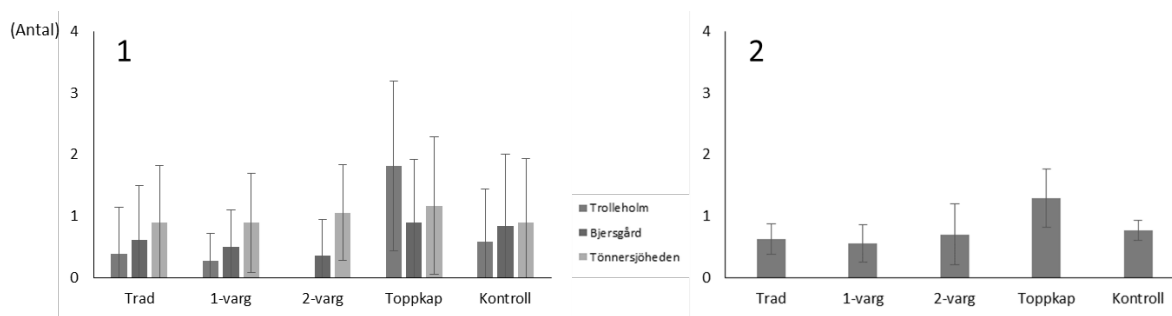
Figur 16: Antalet klykor i medeltal uppdelat på lokaler (1) och sammanlagt (2) . Linjerna visar standardavvikelsen.

Figure 16: The number of forks divided in 1 (areas) and 2 (the mean number of the areas) Standard deviation are also included.

Sprötkvist

Antalet sprötkvistar på de sex första metrarna på huvudstammen varierar mellan 0,56 st. i försöksledet "1-varg" till 1,3 st. i försöksledet "Toppkap". Antalet sprötkvistar varierar mellan försöksleden med ca 0.7 sprötkvist per huvudstam men inga signifikanta skillnader med avseende på antalet sprötkvistar uppmättes med hjälp av ANOVA analysen (Tabell 10).

Andelen huvudstammar där inga sprötkvistar förekommer varierar mellan 29 % i försöksledet "Toppkap" till 61 % i försöksled "Trad". (Figur 17) (Tabell 8)



Figur 17: Antalet sprötkvistar i medeltal uppdelat på lokaler (1) och sammanlagt (2). Linjerna visar standardavvikelsen.

Figure 16: The number of epicormical branches divided in 1 (areas) and 2 (the mean number of the areas) Standard deviation are also included.

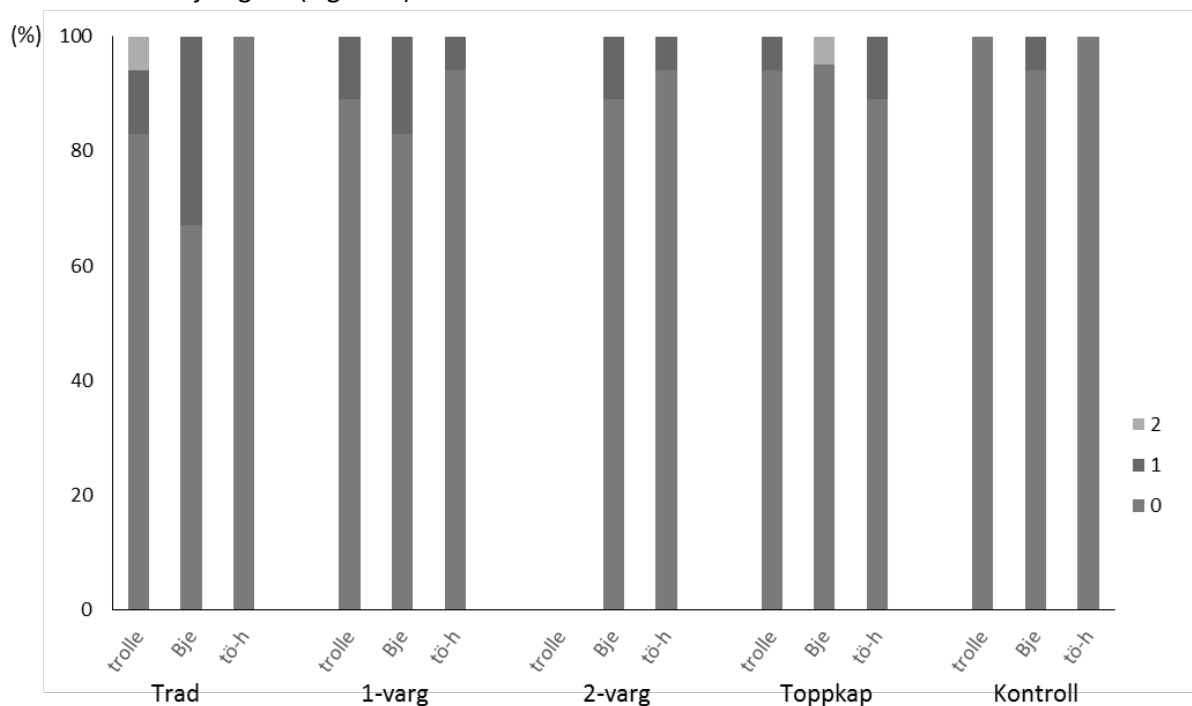
Tabell 8: Frekvensen av huvudstammar där inga klykor/sprötkvistar förekommer på de nedersta sex metrarna. Table 8: The frequency of future stems which has no forks/epichormical branches on the lower six metres of the trunk.

Försöksled	Lokal	Frekvens, huvudstam med 0 klykor (%)	Frekvens, huvudstam med 0 sprötkvistar (%)
Trad	Trolleholm	67	78
	Bjersgård	100	61
	Tönnersjö-H	94	44
1-varg	Trolleholm	83	72
	Bjersgård	100	56
	Tönnersjö-H	100	39
2-varg	Bjersgård	100	71
	Tönnersjö-H	94	22
Toppkap	Trolleholm	75	19
	Bjersgård	84	42
	Tönnersjö-H	94	28
Kontroll	Trolleholm	100	59
	Bjersgård	89	44
	Tönnersjö-H	100	39

Vattskott

"Trad" har högst andel huvudstammar där vattskott förekommer och förekommer rikligt, följt av "1-varg". Den enda behandlingen som har upp till 100 % av stammarna fria från vattskott är "kontroll". Bedömningarna påvisar en tendens till skillnader mellan blocken då Tönnersjöheden utmärker sig genom att ha en betydande mindre andel huvudstammar med förekommande vattskott än

Trolleholm och Bjersgård (Figur 18).

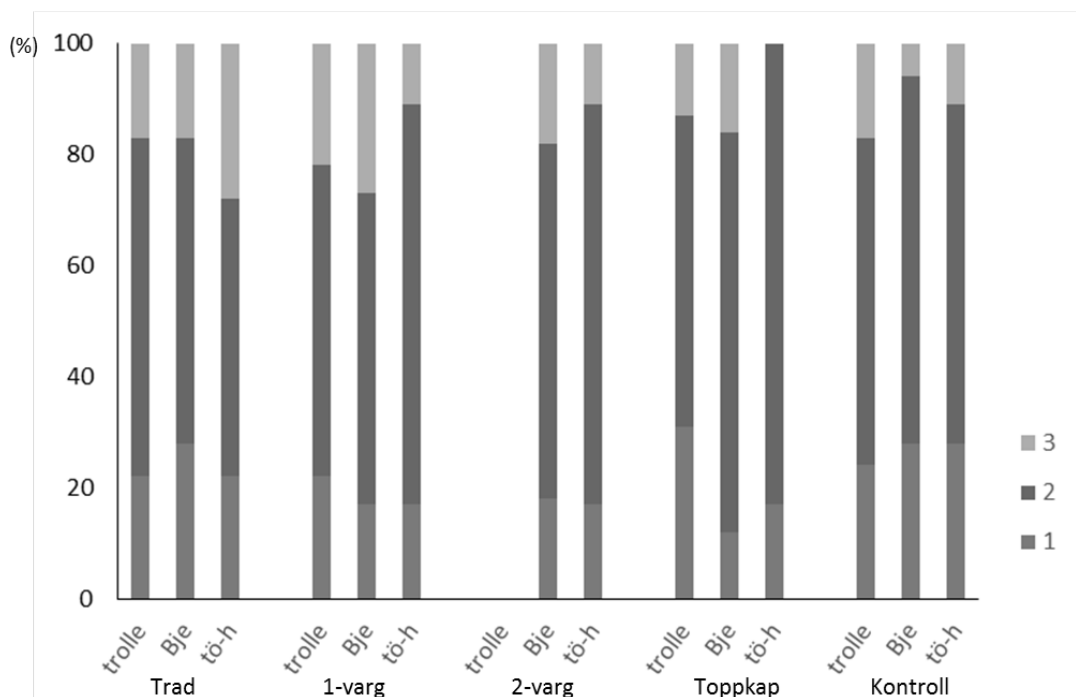


Figur 18: Frekvensen huvudstammar i de olika vattskottsklasserna 0= saknas, 1= förekommer sparsamt och 2=förekommer rikligt i respektive försöksled.

Figure 18: The frequency of future stems in the different water shot classes 0= Is missing, 2= occurs rarely and 3= occur abundantly in each trial.

Rakhet

"1-varg" visar en relativt likvärdig frekvens av huvudstammar vilka håller rakhetsklass klass 1 som de andra försöksleden, men uppvisar en tendens till att en högre andel träd håller klass 3 i rakhet än övriga försöksled. "kontroll" har högst andel huvudstammar vilka håller klass 1 medan klass 2 och 3 är relativt likt de andra försöksleden (figur 19). Dock förekommer inga signifikanta skillnader mellan försöksleden då $p > 0.05$ (Tabell 10).

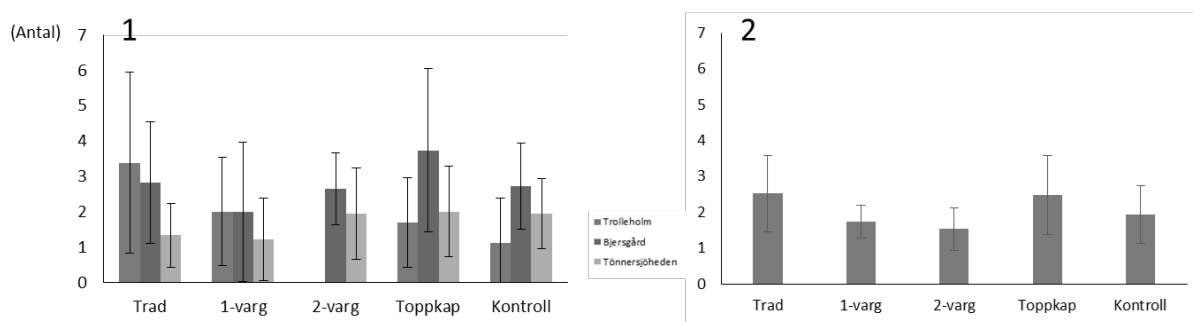


Figur 19: Frekvensen huvudstammar i de olika kröcklasserna 1= Helt rak, 2= Rak men krokig mäg och 3= Krokig. Alla klasserna är hur trädet bedömts se ut vid beståndsavveckling i respektive försöksled.

Figure 19: The frequency of future stems in the different crookedness classes 1= totally straight, 2= straight but crooked pitch and 3= crooked in each trial.

Kvistärr

Antalet kvistärr varierar mellan 1,5 st. per huvudstam i försöksled "2-varg" till 2,5 st. i försöksledet "trad" (Figur 20). "trad" och "toppkap" har en aning högre andel kvistärr än övriga behandlingar som ligger runt ca 1,7st. Standardavvikelsen inom varje parcell är relativt hög vilket försämrar analysen av antalet kvistärr i försöksleden och det finns inga signifikanta skillnader när metoderna jämförs (Tabell 10).



Figur 20: Antalet kvistärr i snitt per huvudstam i de olika försöksleden och 1 (uppdelat i lokaler) samt 2 (sammanvägt snitt för lokalerna). Även standardavvikelsen är inkluderad.

Figure 20: The average number of Chinese moustache in each future stem divided in the different methods and 1 (divided in the areas), 2 (mean crown share for the areas) Also included on the staples are the standard deviation.

Sammanvägd kvalitet

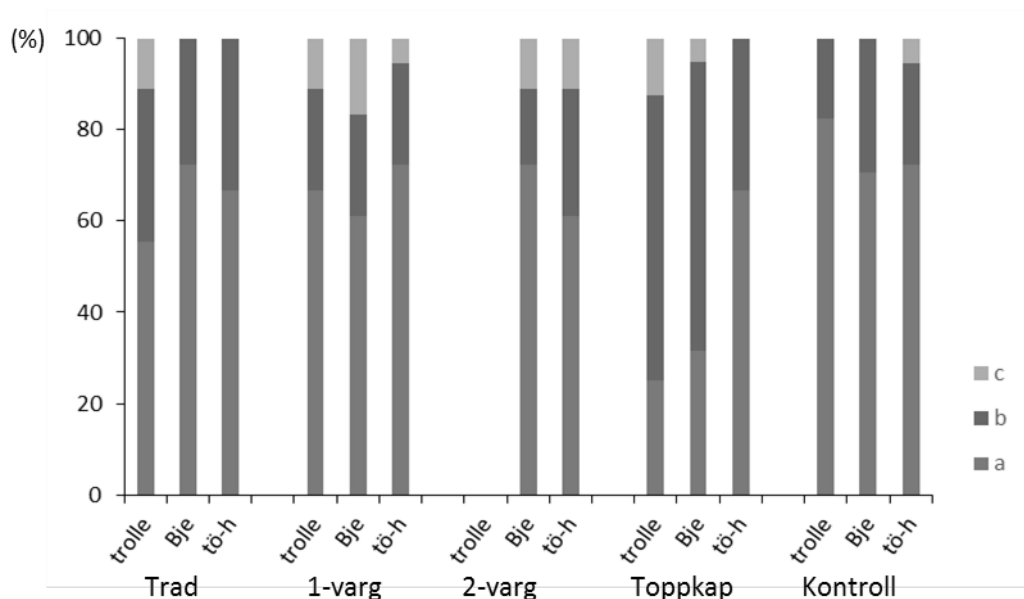
Den sammanvägda kvalitetsklassen är bedömd på varje huvudstam i fält och är således ingen beräkning utifrån de andra kvalitetskriterierna.

Tabell 9: Beskrivning av huvudstammarna i medeltal inom respektive försöksled.

Table 9: Description of the future stems in average within each trial.

Försöksled	Lokal	Dbh (mm)	Höjd (dm)	Grönkron- gräns (dm)	Krök (Index)	Kvist- ärr (Antal)	Klykor (Antal)	Spröt- kvistar (Antal)	Vattskott (Index)	Kvalitetsklass (Index C=1, A=3)
Trad	Trolleholm	167	154	87	1,94	3,4	0,4	0,4	0,22	2,44
	Bjersgård	149	143	92	1,89	2,8	0,0	0,6	0,33	2,72
	Tönnersjö-H	162	160	88	2,05	1,3	0,1	0,9	0,00	2,67
1-varg	Trolleholm	163	153	92	2,00	2,0	0,2	0,3	0,11	2,44
	Bjersgård	146	153	97	2,11	2,0	0,0	0,5	0,17	2,56
	Tönnersjö-H	167	165	92	2,11	1,2	0,0	0,9	0,06	2,67
2-varg	Bjersgård	135	149	96	1,78	2,6	0,0	0,4	0,06	2,56
	Tönnersjö-H	135	151	82	1,83	1,9	0,1	1,1	0,00	2,50
Toppkap	Trolleholm	188	156	67	1,81	1,7	0,3	1,8	0,06	2,13
	Bjersgård	143	145	94	2,05	3,7	0,2	0,9	0,10	2,26
	Tönnersjö-H	141	152	94	1,83	2,0	0,1	1,2	0,11	2,67
Kontroll	Trolleholm	142	151	89	1,88	1,1	0,0	0,6	0,06	2,82
	Bjersgård	157	169	111	2,00	2,7	0,2	0,8	0,12	2,70
	Tönnersjö-H	116	142	84	1,94	1,9	0,0	0,9	0,06	2,67

Andelen huvudstammar vilka håller A-kvalitet varierar mellan 41 % i försöksled "toppkap" till 75 % i försöksled "kontroll". Stammar med B-kvalitet varierar mellan 22 % i försöksleden "1-varg" och "2-varg" till 53 % i försöksled "toppkap". Stammarna med C-kvalitet varierade mellan 2 % i "kontroll" till 11 % i "1-varg" och 2-varg (Figur 21). Tendensen är att Toppkap ger en högre andel stammar med B-kvalitet men försöket uppvisar inga signifikanta skillnader med avseende på kvalitet mellan försöksleden (Tabell 10).



Figur 21: Andelen huvudstammar i de olika kvalitetsklasserna: A, B och C fördelat på försöksled och lokal.

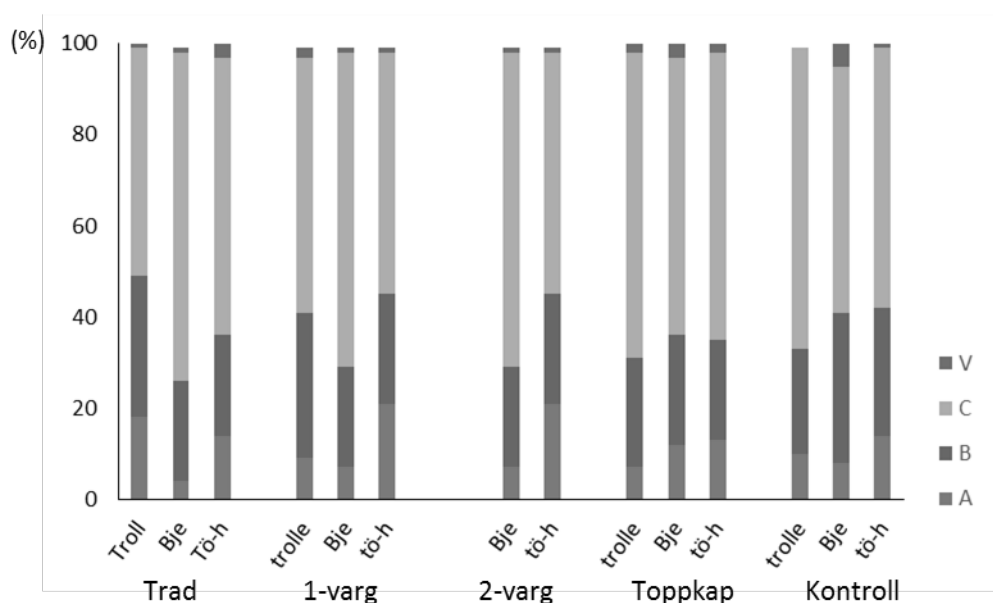
Figure 21: The frequency of future stems in the different quality classes: A, B and C. Divided in Method and local.

Den ursprungligt uppskattade kvalitén vid försökets anläggning bedömdes på alla stammar inom parcellerna och kan således inte jämföras rakt av mot den aktuella studiens uppskattade kvalitet. Kvaliteten år 1997 varierade i kvalitetsklass A mellan 11 % i försöksled "kontroll" och "toppkap" till 14 % i försöksled "2-varg".

Stammar med kvalitet B varierade mellan 23 % i försöksled "toppkap" och "2-varg" till 28 % i försöksled "kontroll".

Stammar som bedömdes som klass C varierade från 59 % i försöksleden "1-varg" och "kontroll" till 64 % i försöksledet "toppkap".

I den ursprungliga bedömningen förekom även träd av vargtyp (V), dessa träd motsvarade ca 1-2 % av stammarna i bestånden (Figur 22).



Figur 22: Ursprunglig kvalitetsbedömning på alla stammar i parcellerna.

Figure 22: The first quality assessment on every stem in the parcels.

Variationsanalyser

Signifikansberäkningarna har samlats i tabell (10). Inga signifikanta skillnader mellan försöksleden upptäcktes då p-värdet översteg >0,05 vid tester på både de kvantitativa och kvalitativa variablerna (Tabell 10).

Tabell 10: Variationsanalys av ANOVA och MANOVA

Table 10: Analysis of variance using ANOVA and MANOVA

Variabel		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Antal stammar	Fled	6	43334758	7222460	3,588	0,073
	Lokal	2	4945860	2472930	1,229	0,357
	Residuals	6	12077457	2012909		
Dbh samtl. stammar	Fled	6	78,44	13,073	4,058	0,056
	Lokal	2	7,55	3,775	1,172	0,372
	Residuals	6	19,33	3,221		
Dbh stammar >10 cm	Fled	6	542,6	90,43	1,912	0,225
	Lokal	2	80,6	40,3	0,852	0,472
	Residuals	6	283,7	47,29		
Dbh 100 grövsta	Fled	6	20,072	3,345	0,712	0,655
	Lokal	2	2,064	1,032	0,22	0,809
	Residuals	6	28,187	4,698		
Dbh huvudstammar	Fled	6	1217,7	203	0,563	0,749
	Lokal	2	811,9	406	1,126	0,385
	Residuals	6	2164,1	360,7		
Höjd	Fled	6	58,7	9,78	0,085	0,996
	Lokal	2	35,7	17,87	0,156	0,859
	Residuals	6	688,9	114,82		
Kronandel	Fled	6	55,93	9,32	0,366	0,8765
	Lokal	2	278,32	139,16	5,469	0,0445
	Residuals	6	152,68	25,45		
Bedömd kvalitetsklass	Fled	6	0,24632	0,04105	1,351	0,379
	Lokal	2	0,07021	0,0351	1,155	0,387
	Residuals	5	0,15191	0,03038		
Rakhet	Fled	6	0,051226	0,008538	0,4685	0,8085
	Lokal	2	0,019401	0,009701	0,5323	0,6172
	Residuals	5	0,091115	0,018223		
Kvistärr	Fled	6	1,0855	0,18091	0,2957	0,915
	Lokal	2	3,8672	1,93361	3,1601	0,1297
	Residuals	5	3,0594	0,61189		
Klykor	Fled	6	0,08381	0,013968	0,7528	0,6347
	Lokal	2	0,040556	0,020278	1,0928	0,4039
	Residuals	5	0,092778	0,018556		
Sprötkvistar	Fled	6	1,31095	0,21849	2,0484	0,2243
	Lokal	2	0,185	0,0925	0,8672	0,475
	Residuals	5	0,53333	0,10667		
Vattskott	Fled	6	0,040276	0,006713	0,7967	0,6105
	Lokal	2	0,018139	0,009069	1,0764	0,4085
	Residuals	5	0,042128	0,008426		
MANOVA, oberoende variabler: Rakhet, Kvistärr, Klykor, Sprötk, Vattsk						
	Df	Pillai	approx F	num DF	den Df	Pr(>F)
Fled	6	2,1	0,61194	30	25	0,9007
Lokal	2	1,3	0,82283	10	4	0,6364
Residuals	5					

Diskussion

Om Studien

Valet av huvudstammar

Antalet utsedda huvudstammarna i försöket varierar i begränsad utsträckning mellan försöksleden. Då målet i studien var att utse ca 300 huvudstammar ha⁻¹ motsvarade detta ca 18 stammar per parcell. Att målet i vissa fall inte uppnåddes berodde dels på svårigheter att hitta stammar med en tillfredställande kvalitet men också på att stammar med hög kvalitet var klustrade och vissa ytor inom parcellen helt saknade lämpliga huvudstamskandidater.

Då målet med boksogsskötsel är att skapa stammar av hög kvalitet valdes dessa därför i första hand och då träd som konkurrerade med dessa inte ansågs vara lämpliga som huvudstammar. I försöket "toppkap" på Trolleholm fanns vid fältinventeringen inga markeringar som visade parcellens utkanter, därför valdes endast sexton huvudstammar i ytan för att på så sätt minimera risken att utsedda huvudstammar skulle hamna utanför beståndkanterna.

Att använda ett mindre antal huvudstammar kan vara en korrekt bedömning då målen inom dagens boksogsskötsel med kvalitetsinriktning baseras på att det skall finnas ca 150-200 träd ha⁻¹ vid beståndsavveckling (Löf et al 2009). Då är det viktigt att spara stammar med god kvalitet även om träden får en arealmässigt oregelbunden fördelning inom området (Kato & Mulder 1979). När huvudstammarna valdes i det aktuella försöket fanns ingen restriktion över hur nära varandra huvudstammarna kunde stå. Däremot eftersträvades en så jämn fördelning över bestånden som möjligt. Målet om jämn arealfördelning bedömdes fältmässigt och det ansågs att alla provytorna hade en tillräckligt jämn fördelning av huvudstammar.

Det aktuella försöket är som tidigare nämnts en vidareutveckling av Ekö & Petterssons (1992) studie från ett röjningsförsök i Häckeberga. Mycket av de jämförelser och tolkningar som görs i diskussionen är hämtade från denna studie. Då dessa studier jämförs skall beståndens uppkomst beakta då det aktuella försöket är anlagt som en naturlig föryngring och Häckebergaförsöket är anlagt genom sådd. Den naturliga föryngringen skiljer sig gentemot ett sått bestånd främst genom att det är mycket ojämnare då fröträd används och föryngringen tillkommer under ett antal år. Även om beståndens uppkomst är olika, verkar de observerade resultaten från studierna i mångt och mycket överensstämma väl med varandra.

Skillnader i ståndort

Då boken trivs i sluttningar och kuperad terräng är det givet att ståndorten varierar i högre grad än om marken varit plan. På alla lokaler finns tydliga skillnader i topografin som i sin tur påverkar genomströmning av markvatten och näringstillförsel. Parcellerna på Trolleholm och Bjersgård gav intryck av att vara mer likvärdiga med avseende på beståndskaraktärerna än ytorna på Tönnersjöheden.

Lokalen på Tönnersjöheden hade också en del gran och ek inblandat i parcellerna vilket skulle kunna påverka växtsättet för bokträden. På Trolleholm förekom Sykomorlön i begränsad utsträckning men dessa torde inte påverka bokens växtsätt nämnvärt då sykomorlönnen var relativt svår att urskilja från bokstammarna. Sykomorlönnen liknar boken i mycket både till utseende, växtsätt och ståndortskrav (Henriksen 1988).

Beståndskaratärer

Underbestånd

Underbeståndet behövs för att motverka ljusinsläpp på marken. Detta gör att växter som konkurrerar med boken inte har möjlighet att etablera sig samt kan motverka vattskottsbildning (Löf et al. 2009). Underbeståndet ändrar även beståndsklimatet då det påverkar vindgenomströmningar, jämnar ut temperaturskillnader etc.

I en undersökning av Holmsgaard (1985) jämfördes två gallringsmetoder som utfördes enligt "*normal hård dansk gallring*". Skillnaden mellan metoderna var att i det ena försöket sparades underbeståndet i den andra så rensades det konsekvent bort. Resultatet av undersökningen visade att torrgrenshöjden var lika för bägge behandlingarna men att grönkrongränsen låg ca 0,5 meter högre för metoden med underbestånd. Men då grenrensningen även påverkas av de naturliga förutsättningarna inom beståndet kan det inte konstateras att underbeståndet har en positiv inverkan på beståndets kvalitet.

I det utförda försöket påverkar röjningsmetoderna i hög utsträckning underbeståndets utveckling. I undersökningen klassades de stammar mindre än tio centimeter i brösthöjd som underbestånd. Metoderna som saknar underbestånd är "1-varg" och "2-varg". Metoden "toppkap" är ett ingrepp som påverkar underbeståndet delvis då stammarna runt huvudstammen toppkas. De kapade stammarna uppfyller då samma funktion som underbestånd ett antal år till stammen helt dör. I området mellan de framröjda huvudstammarna är underbeståndet fortfarande intakt. Försöksledet "Trad" är utvecklad för att skapa ett funktionsdugligt underbestånd och även i "kontroll" förekommer underbestånd.

I den aktuella studien kunde inga tendenser urskiljas av eventuellt samband mellan grönkrongräns och existerande underbestånd.

Då röjningsprogram väljs i det praktiska skogsbruket skall brukaren definitivt ta hänsyn till sin personliga åsikt om underbestånd är önskvärt eller inte.

Diameter

Skillnaderna i stamfördelningen mellan de olika röjningsmetoderna ses i störst utsträckning i underbeståndet (<10cm Dbh). När de grövsta träden jämförs mellan metoderna är medeldiametern relativt jämn. Skillnaderna i medeldiameter mellan metoderna när de 100 grövsta stammarna per yta jämförs är endast 20 % eller 4,2 cm, där "1-varg" har den högsta medeldiametern. Om istället medeldiametern på de 400 grövsta träden jämförs är skillnaden 16 % eller 2,9 cm. Fortfarande är metoden som ger de grövsta träden "1-varg", vilken röjts för att ge en god diameterutveckling. (Figur 13). Viktigt att notera är att den första vargröjningen inte är utförd i metoden "kontroll" vilket resulterar i en större spridning i diameter i försöksledet.

Även metoden "2-varg" är värt att notera då det vargröjts 2ggr i de övre diameterklasserna. Det senaste ingreppet i "2-varg", då stamantalet reducerades till produktionsförband utfördes endast två år innan fältarbetet för studien gjordes. Träden i "2-varg" har alltså haft kort tid att hinna reagera på det sista ingreppet. Enligt Carbonnier (1979) framgår att bokens diametertillväxt är relativt okänslig för röjning och gallring. De största skillnaderna mellan metoder uppkommer genom selektivt urval av stammarna och inte genom en ökad diametertillväxt.

En jämförelse kan göras med andra trädslag för att påvisa röjningens relativt ringa påverkan av diameterutveckling i bokskogsskötseln. Då en oröjd och en röjd tallungskog i Hälsingland på medelgod bonitet uppmättes en skillnad i diametertillväxt på ca 30 % per år (Andersson 1976).

Medeldiametern på de utvalda huvudstammarna för de olika försöksleden är relativt likvärdig med undantag av "2-varg" som har något lägre medeldiameter än övriga. En intressant iakttagelse är att medeldiametern för metoden "kontroll" är högre än "2-varg". En förklaring kan vara att bokskogsröjning är inriktat mot kvalitet, vilket resulterar i att de grövsta träden inte prioriteras och kan därför ha röjts bort. I "kontroll" har inga åtgärder utförts, alltså är de förväxande träden kvar och har blivit utsedda till huvudstamskandidater. I "2-varg" har de tidigare utförda åtgärderna i metoden varit svaga ingrepp och beståndet har möjligen inte hunnit reagera på den senaste starkaste stamreduktionen. En annan faktor kan vara som tidigare nämnts att boken svarar bra på gallringar och hämtar snabbt upp missad diametertillväxt.

Höjd

Höjden är beskriven både som en medelhöjd av huvudstammarna och en övre höjd i varje bestånd. Röjningsprogrammen är i den tidiga ungskogsfasen inriktade på vargröjning och röjning i de grövre diameterklasserna då dessa oftast har en lägre kvalitet än den önskade. Att använda den övre höjden som beståndsvariabel kan därför vara en delvis felaktig metod att använda inom bokskogsskötseln.

Medelhöjden för huvudstammarna anses därför vara en variabel som speglar höjden för beståndet på ett bättre sätt. Enligt en undersökning av höjdutvecklingen i bokbestånd som avsåg ett relativt ungt bestånd i Danmark, visade en svag tendens till att höjdutvecklingen avtog med en tilltagande styrka på ingreppet (Henriksen 1951). Att höjdutvecklingen skulle bli lidande av ökad styrka på röjningsingreppet är styrkt av teorin av att boken har relativt svag apikal dominans och därför hellre breder ut sig än bygger ut stam och krona på höjden. (Almgren et al. 2003, Henriksen 1988, Eickhoff 1995). I provytorna som den aktuella studien avser kan inga sådana tendenser skönjas vilket kan förklaras med att ingreppen inte når upp till de styrkor på utglesningen som skulle behövas för att ett mätbart resultat skulle uppnås.

När fältarbetet utfördes noterades relativt stora skillnader i höjd mellan parcellerna inom samma område, vilket även speglas i resultatet (Tabell 7).

Grönkrongräns

För att bilda så stor volym av kvistfritt virke som möjligt är grönkrongränsen ett viktigt mått på hur stammarna utvecklas med avseende på virkeskvalitet. Samtidigt är det grönmassan hos ett träd som fångar upp energi genom fotosyntes och begränsar det enskilda trädets tillväxt.

Bokstammarnas diameter på grönkronan kan kopplas till brösthöjdsdiametern på stammen (Pettersson et al. 2012). I försöket skilde sig inga metoder med avseende på grönkrongränsens placering på stammen mellan försöksleden.

"Toppkap" bedömdes inte ha gett önskat resultat med avseende på beståndsutvecklingen. Ingreppen som utfördes på Trolleholm bedömdes som kraftigare vilket även speglas i resultatet då andelen grönkrona var 57 % jämfört mot övriga lokaler där endast ca 36 % av trädets höjd var grönkrona. Resultatet kan indikera att alla de prövade röjningsmetoderna är för lika varandra till styrka och utförande för att påverka hur grönkronan utvecklas.

Teorin som nämnts angående för liten skillnad i röjningarnas styrka stärks av Ekö & Pettersson (1992) då de endast fått en signifikant skillnad av höjden på krongränshöjden då den mest extrema röjningsmetoden "T1400" testades. I övriga röjningsmetoder kunde inte någon större avvikelse noteras.

När det är dags att gallra bestånden har Bryndum (1980) konstaterat att vid ökad gallringsstyrka sjunker den genomsnittliga grönkrongränshöjden kraftigt.

En möjlighet torde vara att boken är känsligare för friställning senare under omloppstiden antingen med avseende på höjd eller ålder. Vidare forskning av försöket skulle kunna belysa om boken

verkligen är mer känslig för ökat ljusinsläpp senare under omloppstiden. Sådan information skulle vara mycket behjälplig vid kalkylering av hur framtida röjningsprogram skulle vara utformade för bästa möjliga kvalitet.

Klykor & Klykbildning

Röjningsmetodens inverkan på klykbildningen under röjningsfasen verkar i detta försök inte vara helt obetydlig då behandlingen "toppkap" har ett betydligt högre antal klykor per träd. Det är också det enda försöksledet där det förekommer minst en klyka på någon av de utsedda huvudstammarna på alla tre lokaler. Betänkligt är att studien enbart tagit med klykor under sex meters höjd av stammen i beräkning. Studien indikerar därför att röjningsformen inte nödvändigtvis behöver påverka mängden klykor eller huvudstammar med klykor utan endast vid vilken höjd trädet utvecklar klykorna. Behandlingen vid "toppkap" innebar att huvudstammarna friställdes kraftigt vid en ungefärlig höjd av fyra till fem meter. Vid övriga behandlingar fortgår konkurrensen mellan stammarna upp till lägst 6-8m (1-varg). En tidigare undersökning om röjningsformens inverkan på klykbildningen hävdar att inget samband finns, varken på klykans snitthöjd (7,5m) på stammen eller hur många stammar som utvecklar klykor på de nedersta 2/3 av stammen (ca 25 % av huvudstammarna) (Bryndum 1980). I Ekö & Petterssons (1992) försök var den relativa mängden träd med klykor ca 40 % av samtliga träd inom provytan, oberoende av vilken behandling som utfördes. Ekö & Pettersson drar inga slutsatser i sin studie om röjningsmetoden har någon påverkan på klykornas genomsnittliga höjd över marken. I sin slutsats skriver de om att de tidiga röjningarna har en signifikant lägre kvalitet än övriga testade metoder. Då klykbildning inverkar starkt negativt på kvaliteten i beståndet finns det en möjlighet att kvaliteten drogs ned i studien av bland annat en lägre ansättning av klykor än övriga testade metoder. Om så är fallet styrker detta den aktuella studiens uppfattning om att röjningsmetoden har en inverkan på klykornas medelhöjd över marken.

Sprötkvist & Kvistärr

Röjningsmetoderna verkar inte ge någon skillnad i varken mängden sprötkvistar och kvistärr, inte heller frekvensen av huvudstammarna som saknar sprötkvist verkar vara påverkad av hur röjningsprogrammet är utformat.

Ekö & Pettersson (1992) kunde inte heller utläsa några tendenser till skillnader mellan röjningsprogram. En möjlighet är att antalet sprötkvistar på en stam är genetiskt betingat, således skulle antalet sprötkvistar per träd kunna minskas med en konsekvent långsiktig borthuggning av träd som utvecklar sprötkvistar långt ner på stammen. En sådan effekt skulle vara mycket svår att uppnå och resultatet är mycket tveksamt.

Vattskott

Inga skillnader mellan förekomsten av vattskott uppmättes i studien. Däremot kan konstateras att ett samband fanns mellan lokalen och andelen träd där vattskott förekom sparsamt eller rikligt. Att inte något samband mellan vattskott och röjningsprogrammet kan upptäckas beror på att de flesta träd skjuter vattskott när de blir behärskade och behöver utöka bladmängden för vidare överlevnad (Löf et al. 2009). Då de utvalda huvudstammarna antingen är härskande eller medhärskande gör detta att trädgrupper där vattskott förekommer mer frekvent ej tas med i undersökningen.

Problemet med vattskott är därför inte överhängande inom bokskogsskötseln. Holmsgaard (1985) studerade hur träd med vattskott utvecklades över tid. Holmsgaard delade upp träden i fyra klasser med avseende på förekomsten av vattskott. Han kom fram till att efter 26 år från första klassningstillfället blev en stor del av träden omklassade till en bättre klass, där vattskotten hade en mindre inverkan på trädets totala kvalitet. Tvärt emot teorin om att ett ökat ljusinsläpp skulle främja

vattskottsutvecklingen (Löf et al. 2009) så var Holmsgaards ogallrade kontroll det enda försöksledet som inte förbättrade sin klassning av vattskottens påverkan på virket. För både de gallrade och ogallrade metoderna avsåg klassningen endast stammarna i det övre kronskiktet (Holmsgaard 1985). Vid ett normalt gallringsprogram kan därför vattskotten anses som mindre problem att ta hänsyn till inom bokskogsskötseln.

Rakhet

Inga signifikanta skillnader med avseende på huvudstammarnas rakhet kunde urskiljas mellan de olika röjningsformerna. Inte heller Ekö & Pettersson (1992) kunde upptäcka några sådana skillnader i sitt försök.

En intressant faktor är hur de stammar som klassats som mindre raka och väldigt krokiga kommer att utvecklas i framtiden. I Holmsgaards (1985) gallringsförsök ingick också att bedöma hur rakheten utvecklades mellan första och andra inventeringstillfället. Träd som bedömdes som raka vid första inventeringen bedömdes 26 år senare också som raka. De träd som bedömdes som lätt krokiga blev uppdelade i två kategorier, de som utvecklades till att bli raka eller lätt böjda samt de som förblev lätt krokiga. De träd som bedömdes som mycket krokiga vid försökets början utvecklades däremot mycket påtagligt till att bli klassade i bättre klasser, några klassades till och med som raka.

Den aktuella studiens bedömning av den sammanvägda kvaliteten kan därför vara en aning missvisande då den rakhetsklass de flesta träden i parcellerna var rakhetsklass två d.v.s. den lätt krokiga klassen. Om hänsyn tas till Holmsgaards resultat av utveckling av rakhet är det möjligt att de träd som bedömts hålla en viss kvalitet när beståndet avvecklas bedömts felaktigt och således skulle ha hamnat i en annan kvalitetsklass sammantaget.

Kvalitet

Medelkvaliteten bedömdes på huvudstammarna i de olika försöksleden. Då röjningsmetoderna utvärderas är kvaliteten relativt lika. Dock utmärker sig "toppkap" som har en förhållandevis lågt antal stammar vilka håller kvalitet A. Påståendet stämmer i Trolleholm och Bjersgård men inte på Tönnersjöheden. En anledning kan vara att styrkan på ingreppet, som ansågs svagare vid fältinventeringen. Med svagare ingrepp menas att ett mindre antal konkurrerande stammar var toppkapade på lokalen i Tönnersjöheden och Bjersgård än på Trolleholm.

Vid fältinventeringen av "toppkap" gjordes även en okulär bedömning av generella skillnader av kvalitet på träden. Bedömningen avsåg en försämring av den totala kvaliteten på huvudstammen då de två översta metrarna av de bedömda första sex metrarna på stammen var av en betydande lägre kvalitet. Anledningen till den bedömda kvalitetssänkningen ansågs bero på att topparna på konkurrerande stammar som kapats av har kapats vid ca fyra meters höjd, varvid kvaliteten på huvudstammarna har varit relativt god upp till fyra meters höjd men de sista två metrarna har sänkt kvaliteten på stammen avsevärt.

Även kontrollen sticker ut då antalet stammar med A kvalitet är högre än de andra försöksleden. Det kan bero på att för att uppnå en högre kvalitet är det bättre för stammarna att ha ett större stamantal för få en snabbare grenrensning och en bättre stamform än övriga metoder (Pettersson et al. 2012). Urvalet av stammar kan också påverka beståndsutvecklingen då de bästa stammarna oftast inte är jämnt fördelade. Även om målet är att spara de bästa stammarna i så stor utsträckning som möjligt måste en avvägning göras hur många huvudstammar som skall utses. Då röjningsskedet skall vara avslutat är rekommenderat stamantal 1400-1500 st. ha⁻¹ (Ekö & Pettersson 1992). En rekommendation är att stammarna är relativt jämnt fördelade med ett genomsnittligt förband på 2,6 m men det är i första hand kvaliteten som styr urvalet av stammar. Då ett urval måste göras i de utförda åtgärderna kan även stammar med en högre kvalitet röjas bort till förmån för

huvudstamskandidater med bättre rumslig fördelning.

I övrigt är det relativt små skillnader i kvalitet mellan röjningsprogrammen.

Flertalet teorier inom framförallt röjning i barrskog och triviala lövträd, förklarar att stamantalet påverkar kvaliteten (Pettersson et al. 2012). Teorierna verkar inte stämma i naturligt föryngrad bokskog då försöksleden i den aktuella studien inte visar några sådana tendenser.

Anledningen kan vara att behandlingarna är relativt likvärdiga och alla ingrepp är utförda då kvaliteten på de första 6-8m tros kunna bedömas relativt säkert.

Den aktuella studien tar endast hänsyn till de sex första metrarna på stammen och därför borde de testade röjningsprogrammen inte påverka utfallet nämnvärt. En förutsättning är då givetvis att möjligheten av att kunna bedöma kvaliteten på stammen vid 6-8 m överensstämmer med vad personerna som utfört åtgärderna ansett om kvalitetsutveckling av bokstammen.

Eftersom studien är en vidareutveckling av Ekö & Petterssons studie (1992) är redan metoderna där röjning är utförd innan de första 6-8m kan kvalitetsbedömas testade. Det aktuella försöket testar därför ett snävare spann av röjningsprogram vilket kan förklara varför inte försöksleden signifikant skiljer sig åt.

Däremot observerades i fält skillnader mellan bistammarna i försöksleden, som ser väldigt olika ut.

Bistammar är de stammar som är tänkta att gallras bort under omloppstiden. Om olika röjningsprogram skulle ha olika effekter på bistammarnas kvalitet och dimension kan detta påverka sortimentsutbytet särskilt i senare gallringar och skulle i så fall kunna påverka det totala nuvärdet av bokskogsskötseln.

Vidare forskning bör undersöka skillnader i utveckling mellan röjningsmetoderna med avseende även på bistammarna för att kunna fungera som ett fullgott underlag för utveckling av nya skogsskötselmetoder.

Metoden Ekö & Pettersson (1992) utvecklat för att främja en högre kvalitet "2-varg" verkar dock inte ge en signifikant högre kvalitet än de övriga metoderna.

Behandlingen "toppkap" kan även diskuteras då det ansågs att de utförda åtgärderna i Bjersgård och Tönnersjöheden var som tidigare nämnts mycket svagare än ingreppet på Trolleholm. Att åtgärden var starkare speglas i resultatet då behandlingen utmärkte sig relativt mycket på den lokalen både med avseende på de olika egenskaper som bedömdes i undersökningen och i stamfördelningskurvorna.

Praktiska rekommendationer

Studien visar mycket små skillnader mellan försöksleden. Den enda skillnaden mellan röjningsprogrammen kan egentligen bara ses på "toppkap" på lokalen Trolleholm där den utförda åtgärden bedömdes vara mycket kraftigare på de andra lokalerna.

Då inte någon av de utvärderade röjningsmetoderna gav någon signifikant högre kvalitet än de övriga rekommenderas att fortsätta röja boken på det sätt som ger den lägsta kostnaden för att på så sätt uppnå högsta möjliga nuvärde. Det alternativ som ger den lägsta kostanden är att inte röja överhuvudtaget. Beståndet utvecklas då fritt och det blir svårt att styra över vilka träd som kommer att bli härskande och vilka behärskade. Utförs en eller flera röjningar ökar möjligheten till selektivt urval och därmed kan beståndsutvecklingen påverkas.

För att ge ökad insikt av kostnader och intäkter från vidare gallringar/föryngringsavverkningar är vidareutveckling av studien rekommenderad. Analysen skulle då behöva innefatta kostnad och tidpunkter för de olika röjningsmetoderna till grund för nuvärdesberäkning.

Som tidigare nämnts tar studien endast upp kvaliteten och beståndsutvecklingen med avseende på huvudstammarna och dessas sex första metrar. Därför skall det beaktas att signifikanta skillnader i

kvalitet och dimension mellan röjningsmetoderna kan förekomma på övriga stammar och även på de övre delarna på huvudstammarna. Då de i flesta fall är mest ekonomiskt att endast titta på de utvalda stammarna och den nedre delen av stammen är det i framtiden inte helt säkert att det kommer förbli så. Faktorerna att beakta som kan påverka den ekonomiska situationen kan vara priser på olika sortiment, bidrag, nya virkessortiment etc.

Då en omloppstid att sträva efter för bok är runt 100-120 år är det mycket som kan förändras över tiden, såväl politiska händelser som framtida utveckling och innovation.

Det finns därför en möjlighet att i framtiden kommer dagens mindre viktiga delar av bokbestånden betala sig bättre. Därför bör det även undersökas hur röjningsprogrammen påverkar bistammar och de övre delarna av huvudstammen.

Slutsatser

- Kvaliteten på huvudstammarnas nedersta 6 meter verkar inte signifikant påverkade av röjningsprogrammet, undantaget antalet stammar som håller B-kvalitet är signifikant högre inom försöksledet "toppkap".
- I enlighet med tidigare forskning verkar inte heller dimensionsutvecklingen vara signifikant påverkad av röjningsprogrammet.
- Röjningsprogrammen som är testade, är i alla försöksled gjorda när kvaliteten på de första 6-8 m kan bedömas. Eftersom kvaliteten inte är påverkad av röjningsprogrammet kan bedömningen som gjort initialt sägas stämma.
- Studien bör endast användas som ett underlag i praktiskt skogsbruksplanering då den endast tar hänsyn till en begränsad del av beståndet. Skillnader observerades i fält framförallt på bistammar men även på kvaliteten i bestånden över de observerade 6m. Kompletterande forskning inom ämnet behöver göras främst inom hur bistammarna utvecklas, men även kostnadsberäkningar och nuvärdeskalkyler behöver konstrueras för att kunna skilja ut vilket röjningsprogram som bör väljas i det praktiska skogsbruket.

Referenser

- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B., Mörttnäs, A. 1984. *Ädellövskog- Ekologi och skötsel*. Skogsstyrelsen.
- Almgren, G., Jarnemo, L., Rydberg, D. 2003. *Våra ädla lövträd*. Skogsstyrelsen
- Andersson, S.-O. 1976. *Några resultat av försök med tidig röjning*. Stencil, Skogshögskolan
- Bergkvist, I., Nordén, B. 2004. *Stråkröjning billigare och effektivare än selektiv röjning*. Skogforsk. Resultat nr 20.
- Brukas, V., Weber, N. 2009. *Forest management after the economic transition—at the crossroads between German and Scandinavian traditions*. Forest Policy and Economics, 2009, Vol.11(8), pp.586-592
- Bryndum, H. 1988. *Hugstforsøg i bøg*. Dansk skovforenings tidsskrift 73:1, s.9-33
- Bäcke, J.-O., Herling, M., Svensson, S. 2010. *Översyn av Skogsstyrelsens virkesmätningsföreskrifter- Analys och förslag*. Rapport 5. Skogsstyrelsen
- Carbonnier, C. 1971. *Bokens produktion i södra Sverige*. Studia Forestalia Suecia 91.
- Carbonnier, C. 1979. II. Beståndsvård. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 77: 38–64.
- Di Fulvio, F., Bergström, D., Nordfjell, T. 2011. *Skörd av skogsbränsle och/eller massaved i förstagallringar, vägkanter och på igenväxt åkermark*. Arbetsrapport 343, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU
- Eickhoff, K. 1995. *Boken – en handbok i bokskogsskötsel*. Sydved AB, Nymölla.
- Ekö, P.-M., Pettersson, N. 1992. *Ett röjningsförsök i bok, -volym och kvalitet vid 35 års ålder*. SLU, Institutionen för skogsproduktion, Rapport nr 32.
- Henriksen, H.A. 1951. *Et udhugningsføg i ung bøg. Durchforstungsversuch in jungem Buchen-Bestand*. Det forstlige forsøgsv. i Danmark. Bind XXXII:3.
- Henriksen, H.A. 1988. *Skoven og dens dyrkning*. Dansk Skovforening, Nyt Nordisk Forlag.
- Holmsgaard, E. 1985. *Oprensning, vandris dannelse, m.v. i en 25-års periode på en urørt og to tyndede parceller i et hugst forsøg i bøg*. Det forstlige forsøgsvæsen i Danmark. Bind XXXX. hæfte 1, 140 s.
- Johansson, U., Ekö, P.-M., Elfing, B., Johansson, T., Nilsson, U. 2013. *Nya höjduvecklingskurvor för bonitering*. Fakta skog, nr: 14. SLU, Fakulteten för skogsvetenskap.
- Kato, D., Mulder, D. 1979. *Qualitative gruppendurchforstung der buche*. Allgemeine forst und jagtzeitung 150:6. s.105-111.
- Kinta, V., Geudensb, G., Mohrenc, G.M.J., Lustb, N. 2006. *Silvicultural interpretation of natural vegetation dynamics in ageing Scots pine stands for their conversion into mixed broadleaved stands*. Forest Ecology and Management, Volume 223, Issues 1–3, 1 March 2006, Pages 363–370
- Löf, M. 2001. *Uthålligt skogsbruk i ädellövskog – förslag till forskning och utveckling*. SLU, Skogsvetenskapliga fakulteten, Rapport 19, Uppsala.
- Löf, M., Møller-Madsen, E., Rytter, L. 2009. *Skogsskötselserien nr 10, skötsel av ädellövskog*. Skogsstyrelsen.

- Meusel, H. 1965. *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*. Bd. 1. Fischer, Jena, Germany.
- Nylinder, M., Woxblom, L. & Fryk, H. 2006. *Ädellöv – virke och användning*. SLU, inst. för skogens produkter och marknader, Uppsala.
- Pettersson, N., Fahlvik, N., Karlsson, A. 2012. *Röjning*. Skogsskötselserien nr 6, Röjning. Skogsstyrelsen. (Hämtad: 2015-05-12), <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/R%C3%B6jning%20-%20120316%20-%20figurrevision%20130318.pdf>
- Rytter, L., Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. Skogforsk,Handledning, 43 s., Uppsala.
- Rytter, L., Werner, M. 2003. *Virkesfel och apteringsråd för lövträd*. Skogforsk, Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut.
- Skogsstyrelsen. 2005. *Ädellövskogens roll i samhället*. Skogsstyrelsen Södra Götaland.
- Skogsstyrelsen 2009. *Skogsvårdslagstiftningen*. Skogsvårdslagen – Handbok. Skogsstyrelsens förlag. 2006.
- Skovsgaard, J-P., Nordfjell, T., Sørensen, Ib Holmgård. 2006 *Precommercial thinning of beech (Fagus sylvatica L.): Early effects of stump height on growth and natural pruning of potential crop trees*. Scandinavian Journal of Forest Research 21:5, s.389-387.
- Södra, Skogligservice. 2012. *Så sköter Södra skog*. Södra Skogsägarna, Växjö
- Thernström, P-O. 1982. *Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder*. SLU, Institutionen för Skogsproduktion.
- VMF SYD. 2001. *Mättningsbestämmelser för övriga stockmätta sortiment*. Ersätter: Flik 7, Generella bestämmelser av 1997-01-29. VMF SYD
- Zerbe, S. 2002. *Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations*. Forest Ecology and Management, Volume 167, Issues 1–3, 15 August 2002, Pages 27–42
- Österström, L-O. 2000. *Skogencyklopedin*. Sveriges Skogsvårdsförbunds Service AB

Muntliga referenser

- Ekstrand, A. maj 2014. *Expert på Lövskogsskötsel inom SÖDRA*
- Ekö, P-M. mars 2015. *Forskningsledare, Southern Swedish Forest Research Centre*. Inst. För Sydsvensk skogsvetenskap.
- Järlesäter, M. mars 2015. *Skogsinspektör, Broby vo*.

Figur referenser

- Figur 1: Euforgen. 2009. *Distribution map of beech (Fagus sylvatica)*. www.euforgen.org
- Figur 3: Summit-post. <http://www.summitpost.org/beech-forest/824057> Hämtad: 2015-03-16
- Figur 4: Pettersson, N. Fahlvik, N. Karlsson, A. 2012 *Allmänt om röjning*. Skogsskötselserien nr 6, Röjning. Skogsstyrelsen. Illustration: Bo Persson